30-5-05
TO 541 ...
20
1150
184
IV-20

AUGUSTO RIGHI

LE NUOVE VEDUTE

SULL' INTIMA STRUTTURA DELLA MATERIA

DISCORSO PRONUNCIATO IN PARMA IL 25 OTTOBBE 1907

NEL CONGRESSO DELLA SOC. ITAL. PEL PROGRESSO DELLE SCIENZE

R. UNIVERSITA'
IST. di FISIOL. GEN.le
II
C.
16.
ROMA
Inv: 1150.

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI
MCMVIII

Digitized by Google

PROPRIETÀ LETTERARIA

Bologna - Stab. Poligrafico Emiliano (s. p. e.)

Digitized by Google

R. UNIVERSITA'
IST. di FISICA GEN.le
ROMA

È agli illustri colleghi promotori della Società Italiana pel progresso delle Scienze che debbo l'onore d'essere il primo a prendere la parola in questa Sezione, e d'inaugurare così quel lavoro e quelle discussioni, che riusciranno indubbiamente proficue alla scienza che coltiviamo.

Se agli egregi amici non opposi sin dal principio un rifiuto, e se finii col cedere al loro invito, fu sopratutto per non mostrarmi scortese verso di loro, che in epoca non lontana m'avevano colmato di cordiali e calorose dimostrazioni di stima e d'affetto; non certo perchè non mi rendessi conto delle difficoltà che avrei incontrato, accettando l'incarico di riassumere i progressi recenti della Fisica, difficoltà particolarmente

Digitized by Google

grandi in questa occasione, sia per l' indeterminatezza dell' epoca da cui prendere le mosse, sia per l'eccezionale importanza delle scoperte fatte e dei risultati ottenuti in questi ultimi anni.

Pur intendendo di toccarne soltanto i punti salienti, il mio discorso riuscirebbe soverchiamente lungo, qualora volessi esporre tutto ciò che di più interessante si è di recente pubblicato nel campo della Fisica. Era dunque per me indispensabile il fare una scelta; e, allo scopo di dare qualche unità alla mia esposizione, ho cercato di raggruppare quegli argomenti, che meglio caratterizzano l'indole e la portata filosofica dei fatti ultimamente accertati, in quanto rischiarano di una nuova luce l'intima struttura della materia.

Fra le più salienti scoperte ultime, quella della esistenza di masse di gran lunga più piccole della massa del più piccolo atomo conosciuto s'impone fra tutte per la sua eccezionale importanza. Non posso quindi esimermi dall' accennare in primo luogo alla teoria degli

Digitized by Google

elettroni, quantunque essa sia già così divulgata, che a nessuno forse riuscirà neppure in parte nuovo il poco che ne dirò.

*
* *

Le ricerche sperimentali sui raggi catodici, compiute specialmente dal prof. J. J. Thomson e dai suoi allievi e collaboratori di Cambridge, sono di quelle che pongono una pietra miliare sulla via della scienza.

Prima di esse, e quantunque alcuni parteggiassero per una differente ipotesi enunciata da Hertz, non pochi erano persuasi, che gli effetti producentisi di fronte al catodo durante la scarica in gas molto rarefatti fossero dovuti ad uno sciame di particelle elettrizzate negativamente, alle quali la forza elettrica esistente fra gli elettrodi imprimeva una grandissima velocità, e le cui traiettorie ordinariamente rettilinee costituivano i raggi catodici; ma, com' era ben naturale, si pensava, che quelle particelle altro non fossero che atomi e molecole.

Digitized by Google

Fu solo quando, sotto l'impulso e colla guida d'una geniale intuizione, e con svariati metodi e disposizioni sperimentali, fra cui notevolissima quella che consiste nel provocare l'incurvamento dei raggi catodici col far agire su di essi un campo elettrico ed un campo magnetico, si giunse a misurare approssimativamente la velocità delle particelle in moto, ed il rapporto numerico fra carica elettrica e massa materiale di ciascuna, e poi anche direttamente e separatamente la detta carica, che fu giuocoforza riconoscere, essere quelle particelle qualche cosa di nuovo e di diverso da qualsiasi atomo conosciuto.

Si trovò infatti, che ciascuna di quelle particelle, mentre trasportava una carica elettrica numericamente eguale a quella d'ogni ione elettrolitico monovalente, era dotata di una massa di poco maggiore della duemillesima parte della massa d'un atomo d'idrogeno, e che tale massa risultava sempre sensibilmente la stessa, qualunque fosse la natura del gas rarefatto e quella degli elettrodi adoperati.

Digitized by Google

Questo notevolissimo risultato non poteva non richiamare alla mente l'antico ed attraente concetto dell'unità della materia. Sembrò infatti naturalissimo il considerare le minutissime particelle catodiche come gli elementi costitutivi primordiali di ogni atomo. Ma a questo concetto un altro ben presto se ne sovrappose, basato sulla considerazione, che un corpo elettrizzato in moto, in conseguenza del campo magnetico da esso così creato e della reazione di questo, si comporta come se la sua massa materiale fosse divenuta più grande. Non era dunque necessario considerare ciascuna di quelle particelle come costituite da una piccolissima quantità di materia congiunta ad una certa carica elettrica, ma si poteva ammettere, che esse consistessero semplicemente in cariche elettriche, la cui massa era un'apparenza dovuta al fatto del loro movimento, o in altre parole, la cui massa era puramente di origine elettromagnetica. A queste cariche elettriche prive di sostegno materiale, e a cui oggi si considerano dovute tutte le manifestazioni anteriormente attribuite all' ipotetico

Digitized by Google

fluido elettrico (al quale in tal modo si viene oggi ad attribuire una struttura discontinua, o in certo modo atomica) si è dato il nome di *elettroni.*

Pur adottando questo modo di considerare le particelle catodiche, si può conservare l'ipotesi, che fa di esse gli elementi costitutivi degli atomi; con ciò si viene ad ammettere, che la massa dei corpi sia essa pure di origine elettromagnetica. Ha avuto origine così il nuovo concetto filosofico, secondo il quale, anzichè ammettere come entità fondamentali la materia, l'etere ed il fluido elettrico o l'elettricità, si ammettono le ultime due soltanto, cioè etere ed elettroni.

L'elettrone, divenuto per tal modo l'elemento primordiale nella struttura del mondo fisico, ha formato l'oggetto di numerose ricerche, basate su premesse più o meno plausibili, e tendenti a rendere conto in qualche maniera della sua natura e delle relazioni esistenti fra esso e l'etere universale, dal quale si vorrebbe far derivare. Tali ricerche, che fruttarono grande e meritato

Digitized by Google

onore ai valenti matematici che ne furono gli autori, aspetteranno verosimilmente per lungo tempo quelle giustificazioni sperimentali qualitative e quantitave, senza delle quali le ipotesi, su cui sono quelle ricerche fondate, non possono acquistare nella nostra severa scienza il diritto di cittadinanza. Sopra un punto tuttavia nessuno può oggi ragionevolmente dissentire, quello cioè che la massa apparente d'un elettrone (e quindi anche quella d'un corpo qualunque, quando si ammetta il nuovo concetto) cresce rapidamente quando la sua velocità si avvicina a quella della luce. Ma questo rapido aumento della massa, che le ammirabili esperienze del sig. Kaufmann confermano nel caso delle particelli costituenti i raggi di Becquerel (raggi β), non obbliga, almeno da un punto di vista pratico, a modificare in nulla la nostra meccanica, giacchè anche le velocità maggiori che si riscontrano negli astri sono troppo piccole, perchè quell' aumento si manifesti in modo direttamente o indirettameute percettibile.

I rimarchevoli risultati ottenuti a Cambridge vennero corroborati da quelli raggiunti da altri

Digitized by Google

fisici, studiando anche fenomeni d'indole diversa, come ad esempio il ben noto fenomeno del Zeeman; cosicchè il fatto dell'esistenza di masse, apparenti o reali che siano, molto più piccole delle masse atomiche, non può essere soggetto al minimo dubbio. E così come la Chimica scompose un dì in atomi le nostre molecole, si può ben dire, che oggi alla sua volta la Fisica ha scomposto gli atomi in elettroni.

Se le prime ricerche sulla natura dei raggi catodici non si possono citare, fors'anche per la loro stessa indole, come modello di rigore scientifico; se qualche volta si profittò della circostanza, che la complessità e la difficoltà delle esperienze non permettevano di raggiungere nei risultati numerici che un debole grado di approssimazione, per concludere all'accordo fra le previsioni e i risultati stessi; è però doveroso il proclamare, che raramente si rivelò con sì piena evidenza come in questo caso l'immensa utilità, che la imaginazione d'un uomo di genio, incanalata e diretta da una vasta coltura scientifica, può recare al progresso della scienza. E da ciò

Digitized by Google

dobbiamo trarre un buon consiglio. Se è dovere nostro l'indirizzare i nostri allievi alle pazienti ricerche, addestrarli alle rigorose misure, che sole possono fornire il necessario controllo ai concetti sintetici e alle teorie, non dobbiamo però cadere in esagerazione nel frenare la loro fantasia, non dobbiamo rendere troppo scettici ed utilitari coloro, cui natura donò forse un felice intuito scientifico.

*
* *

Se esistano degli elettroni positivi, cioè cariche positive equivalenti a quelle costituenti gli elettroni negativi o elettroni propriamente detti, o almeno se possano mostrarsi isolatamente, è questione non ancora risolta, ma dalla quale non dipende l'accettabilità o meno dell'ipotesi della natura elettrica della materia. Certi fenomeni connessi alla propagazione della corrente elettrica nei metalli sembrano indicare, in modo però per nulla affatto perentorio, l'esistenza di elettroni positivi; ma sta di fatto che, astrazione fatta da certe recentissime esperienze, di cui

Digitized by Google

parlerò più avanti, nei fenomeni di scarica, che pur hanno fornito la prova dell'esistenza degli elettroni negativi, quelli positivi non sembrano manifestarsi.

In loro vece si presentano degli atomi elettrizzati positivamente, ossia dei ioni positivi. Nei tubi a gas molto rarefatto essi si muovono velocemente verso il catodo partendo dal *bagliore* o secondo strato negativo, ove prendono origine per la ionizzazione dovuta all'urto degli elettroni respinti dal catodo contro gli atomi gassosi. Molti di tali ioni positivi, in virtù della crescente velocità che loro imprime la forza elettrica, possono passare presso il catodo o attraverso canali in esso praticati senza incontrarlo, e pervenire così nella regione posta al di là del catodo stesso, ove il campo elettrico è sensibilmente nullo. Essi costituiscono allora i così detti raggi-canali o raggi positivi, a voi ben noti.

Assoggettando tali raggi all'azione di campi elettrici e magnetici e misurando la deviazione o la deformazione da essi subìta (la quale è di senso contrario e assai meno considerevole di

Digitized by Google

quella, che nelle stesse circostanze presenterebbero i raggi catodici) si è riconosciuto, che essi non sono omogenei, in quanto che le masse dei ioni positivi in moto risultano di diverse grandezze. I raggi più deviabili si mostrano costituiti da particelle, la cui massa è all'incirca eguale a quella dell'atomo d'idrogeno, anche se il tubo non contiene apparentemente questo gas; altri raggi sembrano costituiti da ioni positivi del gas in esperimento; altri infine, deviati meno di tutti, mostransi costituiti da masse elettrizzate in moto di grandezza molto considerevole.

Rimettendo a più tardi la discussione relativa alla presenza costante di ioni d'idrogeno, giudico necessario prendere subito in considerazione i raggi meno deviabili di tutti. Potrebbe darsi che in reltà la massa dei ioni positivi che li costituiscono non fosse così grande come risulta dalle determinazioni citate. Infatti, se un ione perde la sua carica incontrando un elettrone negativo che ad esso rimanga unito, cessa subito l'azione deviatrice, e l'atomo neutro così formato continua in linea retta il suo moto sino

Digitized by Google

al diaframma fosforescente impiegato a rivelare le deviazioni. La deviazione subìta da un tal ione sarà allora tanto minore, quanto maggiore fu il percorso fatto dopo la sua trasformazione in atomo neutro. A questa spiegazione si può però obbiettare, che manca una sicura prova del fatto, che un atomo neutro provochi la fosforescenza, come fanno gli elettroni o i ioni. Si può invece supporre, che i raggi poco deviati siano costituiti da ioni metallici, tratti dagli elettrodi, benchè difficilmente si comprenda allora come possano formarsi e sopratutto pervenire sino oltre il catodo. Infine si potrebbe imaginare, che i detti raggi fossero costituiti da ioni gassosi complessi, risultanti dall'unione di un certo numero di atomi neutri ad ogni ione positivo. Si vedrà più avanti come si ritenga dimostrata la produzione di simili *grossi ioni*, se non in gas rarefatti, almeno nei gas alla pressione ordinaria.

I raggi positivi sono stato l'oggetto di assidue ricerche, di cui voglio segnalare la grande importanza, per parte del sig. Stark, il quale ha riconosciuto dapprima, che la luce, che si manifesta

Digitized by Google

lungo il percorso dei raggi suddetti, parte dai singoli ioni, i quali debbono perciò considerarsi come sorgenti luminose in moto traslatorio. Mentre infatti si ottiene sensibilmente lo spettro caratteristico del gas contenuto nel tubo di scarica, quando la direzione del fascio di luce analizzata è perpendicolare alla direzione del moto dei ioni, le medesime righe spettrali risultano invece spostate verso l'estremità violetta dello spettro, allorchè lo spettroscopio è collocato in guisa, che i detti ioni si muovano dirigendosi verso la fenditura dello strumento. Si ha cioè in questo caso il noto effetto Döppler. Naturalmente, analizzando raggi luminosi aventi direzioni intermedie, si osserva uno spostamento minore delle righe; e questo ha luogo verso l'estremità rossa dello spettro, se i ioni si muovono allontanandosi dalla fenditura. Un analogo fenomeno si osserva analizzando la luce del primo strato negativo. Anche in questo, cioè, si riconosce uno spostamento di righe, che dimostra l'esistenza di ioni luminosi. Anzi, questo spostamento è duplice, di guisa che se ne deduce, che oltre ai ioni che si muovono nel senso con-

Digitized by Google

sueto, ve ne siano altri che si muovono in senso opposto, come se fossero riflessi dal catodo o su di esso rimbalzanti.

In questa produzione dell'effetto Döppler si notano particolarità assai interessanti.

In primo luogo insieme ad ogni riga spostata si seguita a vedere la riga nella posizione normale, ciò che indica la presenza di ioni luminosi immobili, od almeno dotati di piccole velocità. In secondo luogo la riga spostata è più larga della riga primitiva, e costituisce anzi una striscia, nella quale l'intensità luminosa diminuisce andando dal lembo più lontano dalla riga primitiva sino ad una certa distanza da questa, ove diviene bruscamente nulla. Ciò dimostra che esistono nei raggi positivi dei ioni aventi velocità diverse, che la luce da essi emessa comincia a manifestarsi solo a partire da un certo valore minimo della velocità, e che infine a partire da questo minimo l'intensità è tanto maggiore quanto più grande è la velocità stessa. In terzo luogo si constata, che quando lo spettro, insieme alle righe di serie contiene anche quelle striscie sfumate,

Digitized by Google

che con vocabolo italianizzato diconsi *bande*, generalmente risolte dai potenti spettroscopi in innumerevoli e sottilissime righe, queste non mostrano affatto l'effetto Döppler.

Prima di discutere le conseguenze che da questi fatti possono derivare, è bene mettere in chiaro, come dalla misura dello spostamento delle righe si possa dedurre una determinazione del rapporto fra carica e massa dei ioni in moto, dato che si conosca la loro velocità, che si può in prima approssimazione supporre tutt'al più eguale a quella, che i ioni possono acquistare nel passaggio di essi dal secondo strato negativo fino al catodo, cioè nel subire l'effetto della così detta caduta di potenziale catodico. E siccome la massa dei ioni è nota, poichè si conosce la loro natura chimica, così se ne ricava la carica.

Con questo procedimento lo Stark ha potuto convincersi, che per tutte le righe formanti la nota serie dello spettro dell'idrogeno, che è una serie di doppie righe, o come si suol dire di doppiette, il ione che le genera è certo monovalente. Sembra inoltre che altrettanto possa dirsi

Digitized by Google

per le serie di doppie righe d'altri corpi. Per le serie di righe triple, o triplette, come la seconda serie secondaria del mercurio, il risultato è diverso, giacchè lo Stark ha trovato per la carica dei ioni un valore sensibilmente doppio di quello che rappresenta una valenza.

Si tratterebbe dunque in questi casi di ioni bivalenti.

Messa così in chiaro la grande portata delle ricerche di cui ci stiamo occupando, per l'indole stessa del mio discorso è necessario che mi soffermi sulle spiegazioni possibili dei fatti descritti.

Quantunque in più modi oggi si possa concepire la struttura d'un atomo, v'è generale accordo sopra un punto, e cioè che un certo numero, probabilmente assai grande, di elettroni devono far parte dell'atomo, e muoversi in esso velocemente secondo orbite chiuse. Il togliere all'atomo uno, due, ecc. di tali elettroni, lo trasforma in ione positivo monovalente, bivalente, ecc. Infine le rapide perturbazioni periodiche, ossia le vibrazioni impresse agli elettroni, sono l'origine delle onde elettromagnetiche, ossia della luce

Digitized by Google

emessa dagli atomi e dai ioni. Ciò posto, il primo fatto da spiegare è l'emissione di luce per parte dei ioni costituenti i raggi canali.

Non è certo nell'atto in cui un atomo diviene ione positivo nel bagliore, che esso diviene luminoso, giacchè se così fosse lo spazio oscuro del catodo sarebbe pieno della luce dei ioni, mentre questa comincia a manifestarsi solo quando, avvicinandosi al catodo, essi hanno acquistato una velocità abbastanza grande.

Neppure può considerarsi sufficiente quest'altra spiegazione, che venne messa avanti tempo fa, e cioè che le vibrazioni degli elettroni facenti parte della struttura di un ione prendano origine dall'improvvisa perturbazione che essi subiscono allorchè, attraversando i fori del catodo, passano da una regione ove esiste un campo elettrico assai intenso, in un'altra, ove il campo è sensibilmente nullo. Infatti non si renderebbe conto in tal modo della dimostrata produzione dell'effetto Döppler nel primo strato negativo.

La luminosità dei raggi positivi deve avere un'altra causa, e lo Stark l'attribuisce ad una

Digitized by Google

reazione esercitata sugli elettroni del ione in moto, sia dall'etere, sia dalle particelle materiali presso cui il ione passa. Secondo questa seconda alternativa, che sembra da preferirsi, quando il ione trasversa la sfera d'azione d'un altro ione o d'un atomo neutro, il moto orbitale dei suoi elettroni rimane perturbato, d'onde la produzione di vibrazioni, che si compongono col detto moto, e che generano le onde luminose.

Mi sembra che tali elettroni potrebbero paragonarsi alle corde d'uno strumento musicale dotato di un moto di traslazione, e che incontri sul suo cammino degli ostacoli capaci di mettere in vibrazione le corde stesse. Questa grossolana imagine varrà almeno a far comprendere, come l'intensità della luce emessa dal ione cresca insieme alla sua velocità, e come l'energia delle onde emesse sia ricavata dalla energia del suo moto traslatorio.

La luce che dà lo spettro di serie, o a righe, proviene dunque da vibrazioni interne dei ioni. Quella che dà le bande deve avere una diversa origine, e probabilmente è dovuta alle vibrazioni

Digitized by Google

assunte dagli elettroni nell' interno d' un atomo neutro nell' istante in cui esso si ricostituisce colla reciproca neutralizzazione d' un ione con un elettrone.

Rimane a spiegare la permanenza delle righe non spostate nello spettro dei raggi positivi, e cioè come insieme ai ioni dotati di grande velocità siano presenti altri, i quali pure essendo privi di notevole velocità, posseggono nei loro elettroni delle vibrazioni tali da renderli luminosi. È verosimile che essi prendano origine dall' urto dei ioni in moto contro atomi neutri. È stato dimostrato, che un corpo colpito dai raggi positivi emette elettroni, per cui è probabile che altrettanto avvenga quando è colpito un atomo neutro. Questo, perdendo allora un elettrone, diviene ione, e cioè resta ionizzato, e verosimilmente gli elettroni in esso contenuti entrano in vibrazione, senza che il ione stesso assuma una grande velocità traslatoria.

Troppo tempo dovrei impiegare, se più volessi addentrarmi nelle interessanti questioni teoriche, che la constatazione dell' effetto Döppler

Digitized by Google

nei raggi positivi ha fatto sorgere. Mi limiterò quindi a soggiungere, che è da aspettarsi una simile constatazione sui raggi α dei corpi radioattivi. Essi sono della stessa natura dei raggi-canali, e generano durante il loro tragitto nell'aria o in altri gas una luce, la quale, quantunque debole, può essere analizzata spettroscopicamente, se non servendosi della vista, ricorrendo alla registrazione fotografica delle righe con lunghissime pose. Lo Stark ha intanto verificato, che la luce generata dai raggi α del polonio in una atmosfera di elio dà lo spettro a righe di questo gas, e che lo spettro a bande dell'azoto, che si ottiene dalla luce che circonda un corpo radioattivo quando è nell'aria, è assai più somigliante allo spettro a bande dell'azoto nei raggi-canali, che a quello di altre regioni del tubo di scarica.

Prima di lasciare l'argomento dei raggi positivi devo menzionare certe recenti esperienze del prof. J. J. Thomson. Producendo i raggi-canali in gas estremamente rarefatti, e facendo uso perciò di elevatissimi potenziali di scarica, il

Digitized by Google

valente fisico di Cambridge ha ottenuto un risultato, che dà molto a pensare. Il suo apparecchio era così combinato, che sui raggi stessi si potevano far agire un campo elettrico ed un campo magnetico trasversali di note intensità, onde raccogliere i dati necessari per dedurre, dalla misura delle deviazioni, la velocità dei ioni ed il valore del rapporto fra la carica e la massa di ciascuno di essi. Si riconobbe così, non solo che mancavano sempre quei certi ioni di massa più considerevole di quella degli atomi del gas adoperato, ma che qualunque fosse la natura del gas estremamente rarefatto, i ioni in moto erano sempre i medesimi, e formanti due gruppi ben distinti. Per gli uni il detto rapporto risultò eguale a quello spettante al ione idrogeno nell'elettrolisi; per gli altri risultò di valore metà. Ne concluse il Thomson, che i ioni costituenti i raggi positivi erano sempre ioni d'idrogeno e molecole pure d'idrogeno private d'un solo elettrone, quasi che avvenisse nei gas estremamente rarefatti una scissione degli atomi, analoga a quelle cui si attribuiscono i fenomeni radioattivi,

Digitized by Google

con produzione di atomi e di molecole d'idrogeno.

Il prof. Wien, il quale cinque anni fa aveva già constatata l'impossibilità di escludere completamente ogni traccia di idrogeno dai tubi di scarica, ha però obbiettato, che probabilmente, ad onta delle più meticolose cure avute dall'abile sperimentatore in queste ricerche, qualche traccia d'idrogeno può essere rimasta entro il tubo di scarica. Ma nuove esperienze del Thomson, pubblicate due settimane fa, tendono a rimuovere un simile dubbio. In una di queste esperienze, eseguita con ossigeno, il tubo di scarica per ben 70 volte nel corso di sei giorni venne vuotato, sinchè la scarica quasi più non poteva prodursi, dopo di che si faceva entrare nuovo ossigeno. Inoltre per sei ore al giorno e durante la manovra della pompa il tubo era riscaldato e attraversato da forti scariche, allo scopo di eliminare completamente ogni traccia di gas aderente od occluso nelle pareti e negli elettrodi. Infine lunghi tubi, permanentemente circondati da aria liquida, erano interposti fra il tubo di sca-

Digitized by Google

rica ed il recipiente contenente permanganato potassico, destinato e fornire l'ossigeno, come pure fra il tubo e la pompa, di guisa che nessuna sensibile traccia di vapor acqueo poteva ponetrare nel tubo stesso. Orbene, anche in queste severe condizioni sperimentali il risultato antecedentemente avuto ebbe chiaramente a presentarsi. Quando poi alla fine si sostituì dell'idrogeno all'ossigeno, le due striscie luminose visibili sul diaframma fosforescente e dovute ai raggi positivi deviati, si conservarono sensibilmente sotto ogni rapporto invariate.

Però, per quanto tali esperienze abbiano un altissimo valore di prova, l'obbiezione del Wien è di quelle, che si possono definitivamente confutare solo in seguito a esperienze svariate e numerose compiute da vari sperimentatori.

Nel corso delle importanti esperienze ora descritte il Thomson ha altresì messo in luce certi fatti in parte nuovi. Così egli ha constatato, che i raggi positivi d'idrogeno non si manifestano solo presso il catodo e al di dietro di questo, ma possono riscontrarsi in ogni parte del tubo

Digitized by Google

di scarica. Così ve ne sono che camminano insieme ai raggi catodici allontanandosi dal catodo. Liberati che siano dalla presenza di questi ultimi mercè l'azione d'una debole calamita, essi rimangono sensibilmente invariati, possono eccitare la fosforescenza d'un opportuno diaframma messo di prospetto al catodo, possono essere deviati da intensi campi, ecc. È verosimile che i ioni positivi costituenti questi raggi siano rimbalzati o riflessi dal catodo, o da molecole gassose o da altri ioni. Anzi con un'apposita esperienza il Thomson mostra la realtà di questa riflessione dei ioni per parte d'una lastra metallica.

Anche il sig. Lilienfeld ha recentemente riscontrato dei raggi positivi propagantisi dal catodo verso l'anodo, ma il rapporto fra carica e massa delle particelle in moto sarebbe, secondo questo sperimentatore, dello stesso ordine di grandezza di quello relativo ai raggi catodici. Si avrebbe adunque il primo esempio dell'esistenza di elettroni positivi liberi.

Nelle esperienze del Lilienfeld la rarefazione del gas era grandissima come in quelle del Thom-

Digitized by Google

son, ma l' intensità della corrente assai maggiore, quale appunto può essere realizzata col far uso d'un catodo di Wehnelt (ossido di calcio deposto sopra una lamina di platino arroventata). Secondo lo sperimentatore tedesco, in causa della grande intensità della corrente, il tubo conterrebbe ad ogni istante un numero di elettroni negativi assai più grande del consueto, e sotto la loro influenza elettrica gli elettroni positivi degli atomi sarebbero almeno in parte da questi separati, e poi da essi trascinati nel loro rapido movimento.

Tutto ciò fa comprendere, come il meccanismo del fenomeno di scarica nei gas rarefatti sia realmente meno semplice di quanto viene d' ordinario considerato.

*
* *

Mentre nei gas molto rarefatti il risultato della ionizzazione per urto è la separazione d'uno o più elettroni negativi dagli atomi, che in tal modo divengono ioni positivi mono- o plurivalenti, quando le scariche si producono in un

Digitized by Google

gas a pressione elevata accade, che i nuovi elettroni non rimangano tutti liberi, ma alcuni, in numero tanto maggiore quanto maggiore è la pressione, si uniscano ad atomi neutri e formino così dei ioni negativi. Altrettanto accade se la ionizzazione del gas ha qualsiasi altra causa, per esempio è dovuta a radiazioni. I movimenti, che assumono i ioni delle due specie in un campo elettrico, ed ai quali si debbono in ultima analisi i fenomeni di scarica e di conduzione elettrica nei gas, furono largamente studiati lungo tempo prima, che si arrivasse a definire in modo soddisfacente la natura delle particelle elettrizzate effettuanti la convezione o trasporto dell'elettricità. L'esistenza di questa convezione elettrica, la parte importante che assume nei fenomeni della scarica, il così detto ritardo di questa, ossia la necessità d'un periodo preparatorio, perfino la forma delle traiettorie percorse dalle particelle cariche, e via dicendo, erano dunque cose note molto prima che si parlasse di elettroni; perciò non è opportuno ch'io neppure brevemente richiami quei fenomeni. Se ho

Digitized by Google

voluto accennare alla ionizzazione dei gas non rarefatti è stato soltanto per avere modo di citare, come meritevoli di molta considerazione, gli studi recenti, tanto importanti anche per la Metereologia, sulla ionizzazione atmosferica e sulle sue variazioni, come pure l'esistenza ormai dimostrata, particolarmente dal sig. Langevin, di masse elettrizzate considerevoli, verosimilmente assai più grandi ancora di quelle, che ordinariamente si riscontrano nei raggi positivi insieme ai ioni del gas adoperato, e cioè l'esistenza di gruppi atomici e molecolari i quali, pur ammettendo che posseggano una carica eguale in grandezza assoluta a quella che costituisce un semplice elettrone, hanno una massa assai superiore alle masse atomiche o molecolari conosciute. Questa specie di grossi ioni, i quali naturalmente hanno minor mobilità dei ioni ordinari, si riscontra particolarmente abbondante nell'aria ionizzata dal fosforo.

Inoltre, secondo recenti ricerche del sig. Broglie, i gas ionizzati, e particolarmente l'aria che circonda una fiamma o che si è fatta gorgogliare

Digitized by Google

in un liquido, conterrebbero certi aggregati molecolari non elettrizzati, pronti a trasformarsi in grossi ioni non appena entri in azione una causa ionizzatrice, come raggi X, raggi del radio, ecc.

*
* *

Anche d' un' altra vasta e interessantissima classe di fenomeni poco dirò, benchè tali fenomeni siano di recente scoperta, per la ragione che la conoscenza di essi si è rapidamente diffusa, non solo forse in causa della loro importanza intrinseca, ma anche pel carattere singolare e meraviglioso che spesso mostravano di possedere. Alludo ai fenomeni della radioattività.

Veramente meravigliosa è la rapidità con cui, per opera di una pleiade di sperimentatori, si sono estese le nostre cognizioni intorno al nuovo fenomeno scoperto dal Becquerel. Anche in quest' ordine di ricerche una felice ipotesi, quella della disaggregazione atomica, valse a facilitare le nuove scoperte; tanto che in pochi mesi dal giorno in cui si scoprì, che l' uranio e i suoi composti godono della strana proprietà di emet-

Digitized by Google

tere spontaneamente certe radiazioni capaci di attraversare corpi opachi, di agire sui preparati fotografici, di eccitare fosforescenza, di ionizzare i gas, ecc., si giunse, non solo a riconoscere analoghe proprietà in altre sostanze, ma a scoprire un nuovo elemento, il radio, dotato di considerevolissima attività.

L'animo nostro si riempie di mestizia e di rimpianto a questa tacita evocazione dell'eminente quanto modesto fisico francese, che un evento tragico improvvisamente strappò alla scienza, ed all'affetto di colei, che fu sua compagna nella vita, ed iniziatrice della grande scoperta, a cui egli pure associò il proprio nome. Senza la scoperta dei Curie la maggior parte delle attuali nostre cognizioni in fatto di radioattività ci mancherebbe ancora, e chi sa per quanto tempo.

Ormai tutti sanno, che i corpi radioattivi emettono radiazioni di tre specie, designate usualmente, sull'esempio del prof. Rutherford, colle prime tre lettere dell'alfabeto greco; e cioè raggi α, costituiti da ioni positivi lanciati con grandissima velocità, e quindi della stessa natura

R. UNIVERSITÀ ROMA Ist. di FISIOL. GEN.le
Digitized by Google

dei raggi-canali; raggi β, costituiti da elettroni negativi generalmente animati da velocità tanto grandi da avvicinarsi assai a quella della luce, identici quindi a raggi catodici velocissimi; raggi γ infine, considerati come raggi di Röntgen, e verosimilmente generati dagli urti dei raggi α e β contro gli atomi, precisamente come i raggi X sono generati dall' urto dei raggi catodici.

Ma ciò che v' è di più importante è l' essersi stabilito con valide e svariate prove sperimentali, che la radioattività, ossia l' emissione spontanea di quelle radiazioni, non solo è accompagnata dalla nota estrinsecazione di energia, ma è altresì connessa ad una incessante trasformazione d' una parte degli atomi della sostanza radioattiva in atomi nuovi, dotati di diverso e, per quanto finora si sa, minore peso atomico, nonchè di differenti proprietà fisiche e chimiche. E poichè molte volte i nuovi atomi così generati sono essi pure instabili, così si è giunti a scoprire per ogni sostanza radioattiva tutta una serie di successive trasformazioni.

Lo studio di queste trasformazioni atomiche, le quali evidentemente forniscono un valido argo-

Digitized by Google

mento in favore del concetto cui già si accennò, e secondo il quale tutti gli atomi altro non sarebbero che aggregati d'elettroni, è lungi dall'essere oggi completo, ed anzi occupa tuttora numerosi fisici d'ogni paese. La legge, subito intuita, della proporzionalità fra la quantità di sostanza radioattiva che si trasforma durante l'unità di tempo e la quantità di sostanza non ancora trasformata, rese possibili simili ricerche, le quali tuttavia restano difficili e complicate, essendo spesso inevitabile lo sperimentare su sostanze complesse, contenenti cioè atomi di varia natura che con diversa rapidità vanno trasformandosi, ed anche in virtù di queste circostanze, e cioè che, in primo luogo, gli atomi radioattivi non sempre dànno origine alle tre specie di radiazioni mentre si sfasciano o si trasformano, essendovene fin'anche alcuni che non ne emettono affatto, ed in secondo luogo, che le trasformazioni sono in certi casi o estremamente rapide o estremamente lente, e quindi per differenti motivi meno facili a riconoscersi, qualunque sia il metodo di ricerca adottato: metodo fotografico,

Digitized by Google

metodo della fosforescenza, o metodo elettrico. Quest' ultimo, basato sulla ionizzazione dei gas prodotta dalle radiazioni emesse dalle sostanze radioattive, è quello che, com' è ben noto, meglio si presta, e che ha dato nella maggior parte dei casi i risultati più sicuri.

Data la complicazione e le difficoltà di simili ricerche, non può recar meraviglia, se ancora si vaga nel campo delle congetture in riguardo alla natura dei prodotti più avanzati delle trasformazioni atomiche, come pure rispetto alla probabile parentela fra i principali corpi radioattivi: radio, attinio, uranio e torio. Può tuttavia dirsi fin d' ora molto verosimile, che il piombo sia uno dei prodotti di trasformazione del radio, e che questo alla sua volta entri a far parte dell' albero genealogico dell' uranio.

Ma senza che si debba aspettare il giorno, nel quale queste parentele saranno completamente documentate, si può ritener fin d'ora come dimostrato il fatto della trasmutazione della materia, in quanto che non può sussistere alcun dubbio sulla realtà della produzione dell' elio in seguito

Digitized by Google

a trasformazioni atomiche del radio, del torio e dell' attinio. È noto infatti, che uno dei primi prodotti di trasformazione di queste sostanze, e cioè le rispettive emanazioni gassose, abbandonate a sè stesse si trasformano poco a poco in altre sostanze, fra cui il gas nominato or ora. Sembra anzi che tutti quei corpi radioattivi, i quali emettono raggi α, creino elio, le particelle α essendo verosimilmente non altro che atomi di elio carichi positivamente. Accurate misure hanno infatti dimostrato, che il rapporto fra carica e massa dei ioni positivi costituenti i raggi α ha, in tutti i casi esaminati, tale valore numerico, da far considerare le particelle stesse, o come molecole d' idrogeno private d' un elettrone negativo, o come mezzi atomi d' elio, pure privati di un elettrone, o infine come atomi d' elio privati di due elettroni ciascuno, ossia ioni d' elio bivalenti. Naturalmente dai fatti citati resta escluso che si tratti di idrogeno.

Certe esperienze, che Sir Ramsay ha fatto conoscere il 1.° agosto scorso all' Associazione Britannica pel progresso delle Scienze, sembrano

Digitized by Google

poi indicare la possibilità di produzione di altri corpi per parte dell' emanazione del radio. Egli ha trovato infatti, che questa sostanza, la quale presenta già i caratteri proprî dei gas della serie dell' elio, quando sia tenuta in contatto dell'acqua o in questa disciolta, invece di generare unicamente dell' elio, produce traccie soltanto di questo gas insieme ad una quantità preponderante di neonio o neon; e che, quando l' emanazione stessa sia stata disciolta in una soluzione satura di solfato di rame, l' elio non si produce più affatto, e in sua vece lo spettroscopio dimostra che si crea dell' argon o argonio insieme a traccie di neonio e di altre sostanze ancora, come litio e sodio. Ulteriori ricerche permetteranno certo a chi fu uno degli scopritori dei nuovi gas dell' atmosfera, di chiarire questi fenomeni, indubbiamente importantissimi.

Anche la questione, se la radioattività debba considerarsi o no come propria di tutti quanti i corpi, non può dirsi risolta definitivamente. Certo si è che di recente si è scoperta una non lieve radioattività in corpi, nei quali nulla induceva a

Digitized by Google

supporla. Sarebbe molto difficile il chiarire, se lievi e lente trasformazioni atomiche esistano o no in un corpo qualunque, giacchè potrebbe trattarsi di quelle, cui non si accompagna l'emissione degli ordinari raggi α, β e γ. Ma esistono corpi, i quali lasciano sfuggire continuamente degli elettroni, dotati di così lieve velocità, da non costituire veri raggi β, od almeno soltanto raggi β molto lenti. Certi prodotti radioattivi emettono simili raggi; e circa un'anno e mezzo fa il Thomson ha riconosciuto, che alcuni metalli alcalini, e particolarmente il sodio, emettono continuamente elettroni. Il sodio si elettrizza infatti spontaneamente di elettricità positiva. Ecco dunque un corpo, i cui atomi verosimilmente si trasformano continuamente, senza che esso proietti all'intorno con grandi velocità nè ioni positivi nè elettroni, ma solo questi ultimi con velocità, che è a ritenersi assai piccola. Che debba in questa maniera considerarsi il fenomeno è cosa, non solo quasi evidente, ma additata da un altro fatto, e cioè l'emissione d'elettroni anche per parte degli atomi del sodio ridotto in vapore.

Digitized by Google

Questo infatti, quando si trovi in un campo elettrico, va a condensarsi sull' elettrodo negativo; ciò che dimostra essere la proprietà del sodio, di cui qui si tratta, una proprietà atomica, come appunto si sa essere la radioattività.

*
* *

Ed ora, nell' abbandonare i soggetti fin qui trattati, i quali principalmente riguardano la struttura degli atomi e la loro probabile natura elettrica, per passare ad altro argomento, mi è duopo richiamare anzitutto certi fatti apparentemente di limitata importanza, di cui ho fatto cenno, e dai quali si ricava, che esistono aggregati molecolari o atomici recanti o no carica elettrica, muoventisi fra le molecole gassose alla guisa dei ioni o delle molecole stesse, pur essendo dotati di massa relativamente considerevole. Tali potrebbero supporsi quei ioni di maggior massa che si riscontrano nei raggi positivi, quando il gas nel quale sono generati non sia troppo rarefatto; e tali sono a ritenersi i così detti grossi ioni contenuti nell' aria atmosferica, abbondan-

Digitized by Google

tissimi poi in quella che circonda il fosforo, nonchè infine quei gruppi molecolari neutri, che divengono grossi ioni sotto l'influenza delle radiazioni. La ragione per cui ho richiamato tutto ciò è questa, e cioè che mi sembra lecito stabilire un ravvicinamento fra tali gruppi molecolari e quelle particelle o *granuli*, che, mescolati o sospesi in un liquido ordinario, lo trasformano in ciò che chiamasi una soluzione colloidale. Di simili soluzioni intendo ora trattar brevemente.

Che la struttura dei colloidi sia discontinua, e cioè che debbano tali corpi considerarsi come costituiti da particelle sospese in un liquido, è dimostrato in varie maniere, ed inoltre risulta direttamente dall'osservazione ultramicroscopica.

Il principio su cui si fonda l'osservazione ultramicroscopica è noto, e si potrebbe spiegare in poche parole dicendo che, nello stesso modo che un raggio di sole, che penetri per uno spiraglio in una camera buia, rende visibili i minutissimi corpuscoli sospesi nell'aria rischiarandoli vivamente contro un fondo oscuro, così possono rendersi visibili nel campo d'un microscopio delle

Digitized by Google

particelle troppo piccole per essere distinte, quando lo strumento è adoperato nel modo usuale, se, senza lasciare penetrare direttamente nello strumento la luce, esse vengono fortemente illuminate. Ciascuna diffrange allora la luce in ogni direzione, e quindi anche in quella dell'asse del microscopio, ciò che fa sì che essa appaia nel campo visivo come una brillante stelletta. Nulla si rileva naturalmente della forma precisa e dell'aspetto di quella particella, ma la sua esistenza è in tal modo dimostrata, quand'anche le sue dimensioni lineari si riducano a qualche millionesimo di millimetro, ed inoltre si possono scorgere il suo moto e gli eventuali suoi mutamenti. Osservando in tal modo una soluzione colloidale, i granuli in essa contenuti divengono visibili, salvo che si tratti di certi colloidi, i cui granuli hanno dimensioni troppo piccole.

Oltre agli innumerevoli liquidi colloidali d'origine organica, se ne sanno oggi preparare altri riducendo a minutissime particelle nel seno dell'acqua o di altro liquido molti corpi, sia con metodi chimici, sia col metodo di Bredig, che

Digitized by Google

consiste nel produrre potenti scariche o meglio l'arco voltaico fra elettrodi sommersi. Se per esempio questi consistono in fili d'argento immersi in acqua, si ottiene in capo ad un tempo sufficiente l'argento colloidale, il cui colore dipende dalle dimensioni delle particelle diffrangenti.

Le soluzioni colloidali si distinguono dalle soluzioni ordinarie per l'estrema lentezza di diffusione, per non attraversare sensibilmente le ordinarie membrane dializzatrici,per avere una pressione osmotica quasi nulla, per essere dotate di piccolissima conducibilità elettrica, perchè l'aggiunta di certi elettroliti le coagula, perchè molte di esse lentamente e spontaneamente si modificano in quanto alla composizione del liquido e dei granuli.

Con tutto ciò non si scorge nettamente una demarcazione assoluta fra i colloidi e le soluzioni vere, specialmente quando queste contengano come sostanza disciolta un corpo di peso molecolare elevatissimo.

Infatti, secondo certe esperienze di Lobry de Bruyn e Wolff, concentrando con una lente una intensa luce in certe soluzioni saline perfettamente

Digitized by Google

esenti da ogni impurità che ne offuschi la limpidezza, diviene lateralmente visibile contro un fondo oscuro il cono luminoso, poichè viene diffratta della luce, polarizzata nel piano di diffrazzione, dalle molecole stesse del sale, precisamente come se si trattasse invece dei granuli di un colloide, la discontinuità del quale può appunto anche in tal modo essere dimostrata. In altre parole v'è chi ritiene, e sembra con buon fondamento, che le molecole del corpo disciolto possano dar luogo alla diffrazione, precisamente come nella teoria di lord Rayleigh si ammette, che l' azzurro del cielo si debba alla diffrazione della luce solare operata dalle molecole dell'aria. D'altra parte secondo certe recenti esperienze dei medesimi autori, assoggettando una vera soluzione, per esempio di ioduro potassico nell'acqua, alla centrifugazione, si produrrebbe una concentrazione nelle parti periferiche, precisamente come coll' analogo trattamento di un colloide si riesce a separarne i granuli.

Da tutto ciò risulterebbe un' analogia fra granuli dei colloidi e molecole o ioni elettrolitici, che

Digitized by Google

rende anche più verosimile quella fra i granuli stessi ed i grossi ioni gassosi.

Ma queste analogie appaiono meno incomplete, qualora si tenga conto delle proprietà elettriche dei colloidi, lo studio delle quali ha condotto ad interessanti cognizioni e ad eleganti esperienze, queste ultime specialmente per opera dei Sig.ri Cotton e Mouton.

Suppongasi d' osservare coll' ultra-microscopio un liquido colloidale, per esempio la soluzione colloidale di argento, che si presta particolarmente bene. Appariranno numerose stellette brillanti, ognuna delle quali è prodotta da una particella d' argento. Queste stellette non sono immobili, ma invece appaiono animate da quei moti irregolari, che da tempo furono osservati coll' ordinario microscopio in minute particelle solide sospese in un liquido, e che diconsi moti Browniani. Per rendere conto di questi movimenti si è proposta oggi come cosa nuova una spiegazione, simile a quella che un quarto di secolo fa espose il prof. Cantoni, e secondo la quale tali moti provengono dagli urti subiti dalle particelle per parte

Digitized by Google

delle molecole del liquido, animate dai loro movimenti termici.

Ciò posto, s'immergano nell'argento colloidale sottoposto all'osservazione due elettrodi opportunamente disposti, comunicanti coi poli d'una pila. Si vedranno immediatamente le brillanti stellette assumere un moto traslatorio da uno degli elettrodi verso l'altro, con una velocità sensibilmente costante, diversa a seconda del colloide esaminato, e tanto maggiore quanto più grande è l'intensità del campo elettrico creato nel liquido dai due elettrodi. Se si ha cura di osservare il fenomeno solo nelle parti centrali, ove si compie indisturbato, e non presso gli elettrodi o presso il porta-oggetti od il copri-oggetti, si riconosce, che mentre i granuli di certi colloidi si muovono dirigendosi verso l'elettrodo positivo, quelli di altri si muovono in senso opposto. Perciò i granuli dei primi si comportano come ioni negativi, quelli dei secondi come ioni positivi. Vi sono però dei liquidi colloidali, nei quali i moti dei granuli sono in simili circostanze così lenti, da non potersene stabilire con certezza l'esistenza e la direzione.

Digitized by Google

Bisogna dunque ammettere, che i granuli portino una carica elettrica, positiva per gli uni e negativa per altri. E siccome il colloide è neutro nel suo complesso, così bisogna supporre nel liquido circondante i granuli una carica di segno opposto a quello della carica da essi posseduta. La filtrazione sotto pressione permette di eliminare una parte più o meno grande del liquido, senza che lo stato neutro resti modificato, ciò che induce a supporre essere la carica compensatrice nella immediata vicinanza di quella dei granuli, precisamente come se quelle cariche opposte fossero le cariche di contatto fra i granuli ed il liquido che li circonda.

L' esperienza dimostrante il moto dei granuli d' un colloide dovuto a forze elettriche diviene oltremodo interessante, quando si faccia uso d' un campo alternativo, per esempio impiegando la corrente alternativa stradale. Ogni punto brillante nel campo dell' ultramicroscopio si trasforma allora in una retta più luminosa agli estremi che nel mezzo, dovuta alle oscillazioni dei granuli. Con mezzi opportuni si riconosce, che ciascuno

Digitized by Google

di questi compie un' oscillazione sinusoidale, collo stesso periodo (per esempio 42 oscillazioni al secondo) che spetta alla corrente adoperata. Simili oscillazioni, ma di gran lunga più rapide, si osservarono ricorrendo al circuito Duddell.

Ben poco si conosce fin ora intorno alla costituzione dei colloidi, per cui ogni indicazione di possibili linee di ricerca può riescire preziosa. Ecco perchè ho creduto di rilevare le analogie fra i granuli ed i ioni. Quelli sembrano offrire una grossolana imitazione di questi. Come i ioni di un' ordinaria soluzione si diffondono in virtù dei loro moti termici, come in virtù dei medesimi ed alla guisa degli atomi o delle molecole contribuiscono a generare la pressione osmotica, e sono la causa della conducibilità elettrica del liquido in cui si muovono, così la diffusione lenta d'un colloide, la sua debolissima pressione osmotica e la piccolissima conducibilità stanno in relazione ai moti browniani, di cui i granuli veggonsi generalmente dotati.

Del resto si rende completa l' imitazione anche sotto il rapporto della pressione osmotica, se si impiega come membrana semipermeabile una la-

Digitized by Google

mina di collodio, e se si pone da una parte di essa la soluzione colloidale e dall' altra il liquido che se ne può estrarre filtrandola sotto pressione; giacchè si ottengono in tal caso delle pressioni osmotiche considerevoli, le quali però non sembrano obbedire alle leggi note della pressione osmotica, valide per le vere soluzioni.

Interessanti particolarità d' indole elettrica si riscontrano altresì nella coagulazione o nella precipitazione dei colloidi. Se si espone una soluzione d' un colloide negativo (per esempio l' alcaliglobulina del siero di bue) all' azione delle radiazioni d' un sale di radio, si ottiene una graduale coagulazione, mentre non accade altrettanto adoperando nell' esperienza un colloide positivo, il quale anzi sembra talvolta divenire più fluido. Ora, siccome i raggi β attraversando il liquido non sono assorbiti che in minima parte, mentre i raggi α lo sono interamente, così è naturale attribuire la coagulazione alle cariche positive recate da questi ultimi, ciò che induce a credere essere indispensabili le cariche elettriche nei granuli, affinchè erstino sospesi nel liquido e sussista la soluzione

Digitized by Google

colloidale. A questo proposito è interessante la seguente esperienza di controprova.

Facendo agire sopra un colloide positivo (per esempio l'idrossido di ferro), non più i raggi α, ma i soli raggi β, ciò che può facilmente realizzarsi col coprire il sale di radio mediante una lastrina solida di sufficiente spessore destinata ad assorbire i raggi α, si ottiene pure, benchè più lentamente, la coagulazione.

E poichè la separazione dei granuli dal liquido si provoca altresì colla semplice aggiunta d'un elettrolito, è naturale che in questo caso il fenomeno si attribuisca oggi alla carica neutralizzatrice di uno dei ioni, che spiegherebbe sempre un'azione preponderante, e che sarebbe il ione idrogeno nel caso degli acidi, i quali coagulano particolarmente i colloidi negativi, ed il ione idrossile nel caso delle basi, la cui azione coagulatrice si produce segnatamente sui colloidi positivi. È pure degno di nota il fatto, che mescolando due colloidi di segno opposto in determinate proporzioni si ottiene la precipitazione di entrambi, mentre che, se uno è in quantità eccedente, si ha

Digitized by Google

un colloide complesso di segno eguale a quello del colloide preponderante.

***

Mentre è difficile segnare, come già dissi, una linea di confine ben netta fra le vere soluzioni ed i liquidi colloidi, una certa continuità si presenta in molte circostanze fra il comportamento di questi ultimi corpi e quello dei liquidi torbidi, che si ottengono generando per via chimica un precipitato in un liquido, oppure agitando un liquido al quale si sia aggiunta una finissima polvere. Se le particelle hanno dimensioni abbastanza piccole, esse cadono così lentamente, che il miscuglio sembra rimanere lungo tempo inalterato. A parte il noto effetto di precipitazione rapida, che può provocare l'aggiunta d'un elettrolito, la detta analogia si manifesta particolarmente nei fenomeni idrostatici.

È chiaro che, quando si misuri col picnometro la densità d'una sospensione o d'un colloide, il risultato numerico, a cui si arriva, è quale potrebbe essere calcolato, quando si conoscesse il

Digitized by Google

volume e la densità tanto delle particelle sospese o dei granuli, quanto quelli del liquido nel seno del quale nuotano i granuli o le particelle.

Ma, se si determina la densità per mezzo di un areometro, sembra che il risultato debba essere differente, e cioè che questo istrumento debba indicare semplicemente la densità del liquido, indipendentemente dalla presenza di particelle solide in esso sospese. Ciò appare evidente, almeno nel caso delle sospensioni, se non in quello dei colloidi. Orbene, i risultati che danno i due metodi differiscono fra loro tanto meno, quanto più piccole sono le dimensioni di dette particelle.

Per constatare questo fatto si può procedere in vari modi; per esempio si può graduare a piacere entro certi limiti la grandezza delle particelle, sperimentando con quelle costituite da solfato di bario, che si ottengono mescolando una soluzione di solfato sodico con una di cloruro di bario, giacchè, operando a basse temperature coll'aiuto di miscele frigorifere, le particelle del precipitato risultano tanto più piccole, quanto più bassa è la temperatura alla quale avviene la precipitazione. Ma

Digitized by Google

generalmente è solo quando le particelle sono tanto grosse da depositarsi in breve tempo, che l'impiego dell' areometro conduce a valori della densità marcatamente minori di quelli a cui si perviene col picnometro. Anche prima che le particelle giungano ad essere così grosse, esse debbono indubbiamente considerarsi come corpi solidi di piccole dimensioni, i quali offrono quindi una imitazione del modo di comportarsi delle molecole di un corpo disciolto.

Ricerche del sig. Löffler e del sig. Richarz, che datano da pochi mesi, hanno permesso di spiegare in quale maniera la presenza di piccoli corpi solidi nella massa d'un liquido possa influire sulla spinta idrostatica, a cui è esposto un areometro, che su di esso galleggi. In una delle esperienze del primo di questi fisici, un corpo più denso dell' acqua si lascia cadere entro una lunga provetta verticale piena di questo liquido. Si vede allora sollevarsi alquanto un secondo corpo immerso e sospeso con un filo ad una delle braccia d'una bilancia, specialmente quando il corpo cadente passa nella sua vicinanza. Le

Digitized by Google

correnti liquide, generate dal corpo che cade, spiegano questa spinta transitoria, che il corpo sospeso riceve dal basso all' alto. Si comprende in tal modo come un areometro emerga alcun poco dal liquido su cui galleggia, allorchè nel seno di questo innumerevoli piccoli corpi solidi stanno cadendo più o meno lentamente.

Questa spiegazione meccanica del fenomeno, che si produce nel caso delle polveri sospese in un liquido, e verosimilmente nel caso dei colloidi, sembrerà forse differenziarlo nettamente dal fenomeno dell' aumento di densità che presenta una soluzione in confronto del solvente. Ma se ben si riflette, si riconoscerà invece facilmente, che si hanno semplicemente di fronte due fenomeni presentanti una certa analogia, uno dei quali (quello delle sospensioni) è spiegato meccanicamente in modo semplice, mentre la natura dell' altro (quello delle soluzioni) non ci è intimamente conosciuto; cosicchè, lasciando per un poco libero corso alla nostra immaginazione, arriveremo facilmente a considerare come sostanziale l' analogia esistente fra i fenomeni stessi, e

Digitized by Google

cioè a supporre, che le molecole del corpo disciolto si comportino nella stessa maniera delle particelle solide sospese. Se il fatto già menzionato della parziale separazione mediante la centrifugazione delle molecole d' un sale sciolto dal suo solvente verrà confermato in modo ineccepibile, non sarà facile negare la verosimiglianza della nuova ipotesi; la quale in realtà non deve apparire più ardita di quella, in virtù della quale, dall' antica teoria dell' azzurro del cielo basata sulla diffrazione della luce prodotta dai corpuscoli sospesi nell' aria si è passati alla nuova teoria, a cui ebbi già occasione di alludere, e secondo la quale la diffrazione sarebbe invece prodotta dalle singole molecole gassose.

*
* *

Tutte le considerazioni sin qui fatte circa l' esistenza dei grossi ioni nei gas o dei granuli nei colloidi, circa il comportamento per così dire *molecolare* di piccoli corpi solidi sospesi in un liquido, ed altre che a queste si potrebbero aggiungere, conducono concordemente nel far vedere

Digitized by Google

come fra le semplici molecole chimiche ed i corpi propriamente detti sia opportuno collocare quei certi aggruppamenti complessi, che presentano in qualche modo dei caratteri intermedî, e che non si potrebbero senza esitazione considerare sia come molecole, sia come piccoli corpi. In altre parole, si scorge l'opportunità di ammettere vari gradi nella complessità delle aggregazioni molecolari, fra le semplici molecole ed i corpi ordinariamente considerati.

A questo proposito conviene richiamare alla mente, che da tempo i cristallografi ammettono l'esistenza dei così detti elementi cristallini, e cioè di certi aggruppamenti molecolari aventi determinate forme geometriche, per esempio costituiti da molecole disposte secondo i vertici di un poliedro dotato di certe simmetrie. Infatti, per rendere conto delle proprietà dei corpi cristallizzati si è obbligati a considerarli come risultanti dalla riunione di particelle poliedriche concordemente orientate. Fra esse, oltre alle forze orientatrici, di natura incognita ma verosimilmente elettrica, si manifestano naturalmente altresì forze di coesione, aventi pro-

Digitized by Google

babilmente la stessa origine. I fenomeni presentati da corpi cristallizzati semi-fluidi o liquidi addirittura sembrano provare, che le forze orientatrici possono sopravvivere a quelle di coesione, o, forse meglio, mostrarsi intense, anche quando la coesione sia piccolissima. Tale è almeno la maniera nella quale vengono oggi da molti considerati questi fenomeni, i quali, quantunque studiati da una trentina d'anni dal Lehmann, e negli ultimi tempi da vari altri fisici, da poco tempo sono conosciuti ed apprezzati, come avrebbero meritato di esserlo molto prima.

Eppure i fenomeni in discorso offrono spesso interessanti particolarità. Così possono ottenersi facilmente dei cristalli a consistenza semifluida, per esempio col raffreddamento d' una soluzione alcoolica calda d' oleato d' ammoniaca. Orbene, tali cristalli, aventi faccie e spigoli curvi, riprendono tosto la forma completa iniziale, quando vengono tagliati o deformati; e se due di essi trovansi abbastanza vicini e non concordemente orientati, essi si orientano e si avvicinano con crescente velocità, finendo col fondersi in un

Digitized by Google

unico cristallo. Nè meno interessanti appaiono i liquidi a struttura cristallina, che in non piccolo numero si sanno oggi preparare. Entro un certo intervallo di temperatura uno di tali corpi, posto fra due lastrine trasparenti parallele ed esaminato col microscopio in luce convergente polarizzata, mostra i noti anelli d' interferenza, anche mentre che, premendo le lastrine l' una verso l' altra, si determina un efflusso del corpo esaminato, che con ciò mostra di essere perfettamente liquido. I cristalli elementari, concordemente orientati, forse coll' aiuto di una speciale azione delle lastrine, in modo che i loro assi restino a queste perpendicolari, hanno dunque quella reciproca indipendenza, che esiste fra le molecole di un liquido qualunque.

Non solo dunque le molecole possono formare quei grossi aggregati, neutri od elettrizzati, la cui esistenza viene rivelata dai fenomeni antecedentemente considerati, ma esse costituiscono, forse in primo luogo, anche quegli aggruppamenti verosimilmente più semplici, che possono considerarsi come le pietre, dalla cui sovrapposizione risulta l' edificio dei cristalli.

Digitized by Google

*
* *

E così siamo oggi assai lontani da quello schema, tanto semplice e comodo, che fino a pochi anni fa ci appariva adatto a rappresentare la struttura della materia.

Ed in vero, astrazione fatta dagli elementi cristallini, che i fisici sembravano spesso dimenticare, si considerava un corpo qualunque come un sistema di molecole tutte eguali fra loro, ed ognuna di esse come un sistema di atomi, entità indivisibili, di cui se ne conosceva una settantina di specie diverse. Inoltre tanto le molecole che gli atomi si supponevano animati da certi movimenti, la cui energia cinetica rappresentava l'energia termica, e di tale natura da creare una certa somiglianza fra questi sistemi e quelli grandiosi costituiti dagli astri.

Oggi questa semplicità è scomparsa, e pur supponendo sempre una certa analogia fra la struttura dei sistemi molecolari e quella dei sistemi celesti, la si estende alla struttura complessa dei singoli atomi. Tutto induce ad ammettere, come

Digitized by Google

si disse, che molti elettroni negativi, dotati di rapidi moti orbitali, facciano parte della struttura d'ogni atomo; ma esiste una certa disparità di vedute circa la parte positiva dell'atomo stesso. Secondo una ipotesi, generalmente preferita dai fisici tedeschi, ogni atomo neutro è costituito da un egual numero di elettroni positivi e negativi, e mentre questi ultimi o parte di essi posseggono il moto orbitale, tutto il resto costituisce un assieme elettricamente positivo e relativamente stabile. Secondo un'altra ipotesi, in genere preferita dai fisici inglesi, ogni atomo consta di una sfera di elettricità positiva, specie di grande elettrone positivo plurivalente, entro la quale si muovono gli elettroni negativi. In ambo i casi è giuocoforza ammettere che, senza subire profonde modificazioni nella sua struttura complessiva, l'atomo possa perdere uno o più elettroni negativi, o acquistarne qualcuno in soprappiù. L'atomo diviene allora ione positivo o negativo, mono o pluri-valente. Inoltre deve necessariamente aver luogo una continua diminuzione dell'energia posseduta dall'atomo. Infatti, in virtù

Digitized by Google

della circostanza che esso contiene elettroni negativi, il cui moto non è rettilineo ed uniforme, l'atomo emette continuamente una radiazione elettromagnetica, e cioè una parte della sua energia si propaga nell'etere. La struttura dell'atomo andrà così lentamente modificandosi, sinchè ad un tratto il suo equilibrio dinamico cesserà d'essere possibile. In quell'istante l'atomo si scinderà in gruppi d'elettroni meno complessi, ed il corpo di cui esso fa parte si mostrerà in tal modo radioattivo. Verosimilmente un tal fatto deve, a lungo andare, verificarsi per qualsiasi atomo, ciò che equivale a dire dover essere più o meno instabili gli atomi di tutti i corpi.

Anche per queste lente modificazioni nella interna struttura dell'atomo potrebbero invocarsi analogie astronomiche; ma la meccanica celeste degli atomi è, per così dire, quasi ancora da creare, e spetterà verosimilmente all'analisi spettrale e ai fenomeni magneto-ottici il fornire col tempo i dati necessari, che ancora quasi completamente ci mancano.

Digitized by Google

D' altra parte l' esistenza dei così detti grossi ioni, e degli altri aggregati complessi additati dai fenomeni testè esaminati, nonchè le analogie messe in rilievo fra le vere soluzioni, le soluzioni colloidali e le semplici sospensioni di particelle solide in una massa liquida sembrano, se non gettare un ponte sull' abisso che si riteneva esistere fra corpo e molecola, almeno far sorgere quei piloni, su cui forse col tempo il ponte stesso verrà costruito.

Ma l' apparente complicazione del nuovo schema non deve spaventarci nè confonderci. Da una parte esso ci soddisfa, in quanto che esso contiene implicitamente il concetto semplificatore della unità della materia, il quale riduce al minimo il numero delle entità fondamentali o primordiali; d' altra parte in grazia di esso ci sentiamo oggi meno lontani dal giorno, se pure un tal giorno dovrà spuntare, in cui la struttura intima della materia potrà più o meno direttamente colpire i nostri sensi.

Queste considerazioni sintetiche mi hanno però trascinato nell' alto mare delle ipotesi, proprio

Digitized by Google

nel momento in cui debbo tornare in porto; ma non me ne dolgo. Le ipotesi scientifiche, quando sgorgano logicamente dai fatti, costituiscono un prezioso strumento di ricerca, che può bensì far deviare dallo scopo scientifico gli inesperti, ma è invece fattore di progresso e ispiratore di ricerche proficue a chi sa maneggiarlo colla necessaria prudenza. E questo è precisamente il caso di Voi, o egregi rappresentanti della Fisica italiana, che vivamente ringrazio per avermi, con così sostenuta e benevola attenzione, sin qui ascoltato.

Digitized by Google

Digitized by Google

ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

DEL

PROF. AUGUSTO RIGHI

Digitized by Google

Digitized by Google

1872

1. Sull'elettrometro ad induzione.

È una piccola macchina ad influenza di forma assai singolare, adoperata dall'A. per rendere sensibili ad un elettroscopio delle cariche piccolissime, e del quale è data la teoria fondata sull'uso del potenziale, a questa epoca raramente e da pochi sperimentatori tenuto nel debito conto.

1873

2. Sulla composizione dei moti vibratori.

È studiata in modo completo, sia analiticamente che sperimentalmente, la composizione di tre moti vibratori fra loro ortogonali. Numerose figure stereoscopiche, pazientemente disegnate punto per punto, mostrano in rilievo le traiettorie risultanti

3. Ricerche d'elettrostatica.

Esperienze relative a questioni sui dielettrici. Coll'impiego del conduttore cavo è dimostrata l'inanità d'una teoria, secondo la quale la carica acquistata da una lastra isolante in seguito a strofinamento consisterebbe in una polarizzazione delle sue molecole.

4. Sul principio di Volta.

Sono descritte esperienze nuove eseguite coll'apparecchio n. 1, tendenti a dimostrare la realtà delle cariche di contatto fra conduttori, e la non accettabilità della spiegazione per esse data dal De-la-Rive.

Digitized by Google

5. Sur le principe de Volta. — *Extrait.*

Riassunto del lavoro precedente.

6. Su alcuni punti controversi di elettrostatica.

Pubblicazione polemica in relazione colla Memoria n. 3.

1874

7. Ricerche sulle forze elettromotrici.

Dimostrazione, fondata sul principio di Volta, di certe leggi relative alle coppie termoelettriche ed alle coppie voltaiche. È dimostrata sperimentalmente l'elettricità di contatto fra un metallo freddo e lo stesso metallo caldo, quest'ultimo assumendo sempre la carica negativa.

8. Pile — Pile termoelettriche. — *Due monografie.*

Descrizione di tutte le principali pile.

1875

9. Sulla visione stereoscopica.

Descrizione di nuovi apparecchi e numerose esperienze, suggerite all'A. dalla lettura dell'*Ottica Fisiologica* del Helmholtz. In particolare vi è descritto il *polistereoscopio* dell'A., che, pure essendo di costruzione assai più semplice di quella degli strumenti congeneri, permette d'ottenere gli effetti dello pseudoscopio, del telestereoscopio, ecc. Comprende una completa trattazione analitica e geometrica relativa alla visione con due occhi.

10. Nouveaux théorèmes de Géometrie Projective.

Teoremi suggeriti dalla ricerca precedente.

11. Sulla penetrazione delle cariche elettriche nei coibenti fissi ed in movimento, con l'applicazione alla teoria dei condensatori, dell'elettroforo e delle macchine ad induzione.

Numerosissime esperienze sul meccanismo della formazione di cariche elettriche su lastre isolanti. Vi è fra altro dimostrato il curioso fatto, che una lastra isolante, elettrizzata su una faccia e messa in moto di fronte ad un conduttore munito di punte, può acquistare sull'altra faccia una carica di nome contrario più grande della carica primitiva.

12. Sur la pénétration des charges etc. — *Extrait.*

Riassunto della Memoria precedente.

Digitized by Google

13. Sull'azione dei coibenti nelle esperienze relative alla elettricità di contatto e nelle coppie voltaiche.

Contiene esperienze su pile a liquido quasi isolante.

1876

14. Alcuni metodi fotografici.

Metodi razionali d'aumento proporzionale nell'opacità d'una negativa.

15. Esperienze da lezione sui fenomeni di fosforescenza.

Fotografie luminose, e perciò visibili nell'oscurità.

16. Ricerche sperimentali sulle scariche elettriche. — *Prima Memoria.*

Raccolta di numerosissime esperienze qualitative, e di misura del potenziale di scarica in casi svariati fatte con un elettrometro, ancora in uso presso i fisici per analoghi scopi, inventato dall'A. È fra altro messa in rilievo l'influenza della curvatura, del valore assoluto dei potenziali, ecc.

17. Esperienze col radiometro di Crookes.

Contiene fra altro una esperienza semplice, con cui è messo fuor di dubbio che al moto del molinello corrisponde un moto di reazione dell'involucro dell'apparecchio.

1877

18. Ricerche sperimentali sulle scariche elettriche. — *Seconda Memoria.*

Numerosissime esperienze sulle scariche nei liquidi e alla loro superficie, sulle scariche laterali ecc. accuratamente descritte coll'aiuto di moltissime figure a colori e di fotografie. In particolare è descritto quel fenomeno su cui si basa il moderno interruttore elettrolitico.

19. Ricerche sperimentali sull'interferenza della luce.

Esperienze con sorgenti luminose diversamente colorate, con luce polarizzata ecc., che conducono a fenomeni brillantissimi.

Digitized by Google

1878

20. Sulla velocità della luce nei corpi trasparenti magnettizzati.

È dimostrato, con delicate esperienze di difficile esecuzione, che realmente i raggi a polarizzazione circolare possiedono velocità diversa secondo il loro senso di girazione, allorchè si propagano in un corpo posto nel campo magnetico. Il risultato fu poco dopo confermato dal Becquerel.

21. Sulla concentrazione di una soluzione magnetica al polo di una calamita.

È mostrato insussistente questo fenomeno, che era stato annunciato da Jamin.

22. Il telefono che si ascolta a distanza.

Apparato telefonico inventato dall'A. appena conosciuta l'invenzione Bell. Esso dà suoni così intensi, da essere simultaneamente uditi da tutto un uditorio in una vasta sala, come risultò dalle esperienze fatte a Bologna, a Milano ed a Parigi.

1879

23. Descrizione ed uso di una macchina di Holtz di costruzione speciale.

Tale costruzione permette il buon funzionamento anche in un ambiente saturo d'umidità.

24. Sulla dilatazione dei coibenti armati, per effetto della carica.

L'A., dopo aver rivendicato all'abate Fontana la scoperta del Duter, descrive un nuovo metodo sensibilissimo per dimostrare e studiare il fenomeno.

25. Sui fenomeni elettrici delle bolle di Canton.

È dimostrata la causa del caricarsi di bolle di vetro che furono lasciate a se stesse dopo averle caricate a guisa di condensatori, quando vengano riscaldate dopo un lungo intervallo di tempo.

26. Sopra un caso di polarità permanente dell'acciaio, inversa di quella dell'elica magnetizzante.

Ottiene l'A. in certi casi la magnetizzazione di un cilindro d'acciaio, con polarità inversa di quella del campo magnetizzante.

Digitized by Google

27. Sur un cas de polarité etc. — *Extrait.*

Esperienze simili alle precedenti.

28. Sulle variazioni di lunghezza che accompagnano la magnetizzazione.

Col metodo della Memoria n. 24 studia l'A. questo fenomeno.

29. Sulla dilatazione galvanica.

Col metodo della nota n. 24 è dimostrato che un filo non si allunga sensibilmente pel fatto di essere percorso dalla corrente.

30. Sulla formazione dell'albero di Marte.

Studio dell'antico fenomeno, e di altri analoghi e nuovi. Ottiene per esempio delle formazioni crescenti a vista d'occhio.

1880

31. Sulla polarità permanente inversa all'acciaio.

Lo stesso argomento del n. 26.

32. Alcune esperienze coi nuovi tubi di Crookes e con tubi di Geissler.

Particolarità osservate in tubi di scarica.

33. Contribuzione alla teoria della magnetizzazione dell'acciaio.

Esteso lavoro sull'argomento dei nn. 26 e 31, con numerose misure relative alla distribuzione della magnetizzazione nella massa del ferro. È descritto il fenomeno chiamato più tardi *isteresi*.

34. Contributions à la théorie de l'aimantation de l'acier. — *Extrait.*

Riassunto della Memoria precedente.

35. Altre esperienze coi tubi di Crookes.

Come al n. 32.

36. Le ombre elettriche. — *Nota.*

1881

37. Le ombre elettriche. — *Prima Memoria.*

In questa Memoria è studiato il moto delle particelle elettrizzate in un campo elettrico, ossia, secondo il linguaggio moderno, il movimento dei ioni nei gas. In parti-

Digitized by Google

colare l'A. ottiene, mediante svariate esperienze, un fenomeno di ombre elettriche, simili alle ombre prodotte dai raggi catodici, e dimostra che nei gas all'ordinaria pressione il moto delle particelle (ioni) avviene secondo le linee di forza.

38. Ueber die elektrischen Schatten. — *Ausz.*

Riassunto del lavoro precedente.

39. Spostamenti e deformazioni delle scintille nell'aria per azioni elettrostatiche.

Dimostra l'A. che facendo scoccare le scintille in un campo elettrico da esse indipendente, si producono cambiamenti di luogo e di forma delle scintille. Le previsioni dell'A. erano quelle stesse a cui oggi conduce la teoria ionica, cioè un moto di ioni preparatorio che precede la scarica.

40. Di alcune curiose conformazioni delle scintille elettriche nell'aria.

Ottiene scintille aventi la forma della lettera Y.

1882

41. Sulle figure elettriche in forma di anelli.

Ottiene per azione d'una punta carica sopra una lastra isolante delle figure elettriche, per la spiegazione delle quali non si deve ricorrere alle oscillazioni di scarica. Ne è data la giusta spiegazione.

42. (In collaborazione col prof. E. Villari): Sulla carica dei coibenti.

Esperienze che decisero in favore dell'opinione del Righi una divergenza insorta.

43. Le ombre elettriche. — *Seconda Memoria.*

Memoria a completamento della n. 37. In particolare sono descritte le ombre *composte*, le ombre elettriche ottenute col moto, non più dei ioni, ma di particelle di polvere.

44. Sur le ombres électriques et sur divers phénomènes connexes. — *Extrait.*

Esperienze analoghe a quelle dei nn. 37 e 43.

45. Sui cambiamenti di lunghezza d'onda ecc. — *Nota.*

Realizzazione del fenomeno dei battimenti per mezzo delle vibrazioni luminose.

Digitized by Google

1883

46. Sui cambiamenti di lunghezza d'onda ottenuti colla rotazione d'un polarizzatore, e sul fenomeno dei battimenti prodotto colle vibrazioni luminose.

Esposizione dettagliata delle esperienze della Memoria precedente, con spiegazione analitica completa degli effetti ottenuti, i quali presentano speciali pregi di evidenza e di eleganza sperimentale.

47. (In collaborazione col prof. A. Tamburini): Ricerche sull'azione della magnete e degli agenti termici nella ipnosi isterica.

Esperienze dimostranti che l'azione attribuita alle calamite su soggetti isterici allo stato ipnotico, è dovuta inveee ad altre cause.

48. Sul fenomeno di Hall.

È descritto un nuovo metodo di constatazione di questo fenomeno, che rende adoperabile una lamina di forma qualsiasi.

49. Sur le phénomène de Hall. — *Extrait.*

Uguale soggetto come al n. 48

50. Sur les changements de longueur d'onde etc. — *Extrait.*

Riassunto della Memoria n. 46.

51. Ricerche sperimentali sul fenomeno di Hall, particolarmente nel bismuto.

L'A. scopre che nel bismuto il fenomeno di Hall si manifesta con una intensità grandissima, al punto che riesce ad ottenerlo per la sola azione del campo magnetico terrestre, o per quella d'un semplice ago da cucire.

52. Anelli di Newton in movimento. — *Nota.*

Forma assai singolare data al fenomeno dei battimenti luminosi descritti nella Memoria n. 46.

1884

53. Influenza del calore e del magnetismo sulla resistenza elettrica del bismuto.

Certe irregolarità notate dall'A. nel corso delle sue esperienze della Memoria n. 51 gli fecero prevedere una grandissima influenza del campo magnetico sulla resistenza

Digitized by Google

del bismuto, la quale viene confermata e misurata colle esperienze delle quali tratta questa Memoria. È studiata altresì la variazione della resistenza al variare della temperatura pel bismuto più o meno impuro, la quale in molti casi segue un andamento assai singolare. Questa e la Memoria n. 51 sono state l'origine di un considerevole numero di ricerche posteriori, compiute da Leduc, Ettinghausen, Nernst ecc.

54. Intorno ad una nuova spiegazione del fenomeno di Hall.

Critica d'una teoria.

55. Influence de la chaleur et de l'aimantation sur la résistance du bismuth. — *Extrait.*

Riassunto della Memoria n. 53.

56. Sulla velocità dei raggi polarizzati circolarmente, nell'interno di un corpo dotato di potere rotatorio.

È chiarito un equivoco in cui cadde il Maxwell trattando della polarizzazione magnetica.

57. Ricerche sperimentali e teoriche intorno alla riflessione della luce polarizzata sul polo d'una calamita.

È uno studio sperimentale completo del fenomeno di Kerr per qualunque direzione del raggio incidente, a cui segue uno studio teorico basato sulla equivalenza cinematica fra la vibrazione rettilinea incidente, e due vibrazioni elittiche di opposti sensi di girazione.

58. Recherches expérimentales et théoriques ecc. — *Traduction.*

La Memoria precedente tradotta dall'A.

1885

59. Sulla fotografia delle scintille elettriche, ed in particolare di quelle prodotte nell'aqcua.

E constatato che una scintilla assorbe la luce che parte da un'altra prodotta simultaneamente.

60. Nuove ricerche sul fenomeno di Kerr. — *Nota.*

Breve accenno a nuove esperienze sul soggetto del n. 57.

Digitized by Google

61. Descrizione di un nuovo polarimetro.

È un polarimetro a penombra, il quale presenta il vantaggio di potersi variare a volontà l'angolo dei piani di polarizzazione nelle due metà del campo di visione, ciò che concede di adattare sempre l'apparecchio alle varie intensità luminose, e di conferirgli così la massima sensibilità.

62. Ricerche sperimentali e teoriche intorno alla riflessione della luce polarizzata sul polo d'una calamita. — *Seconda Memoria.*

Continuazione e compimento degli studi di cui al n. 57.

1886

63. Recherches expérimentales et théoriques etc. — *2.me Mémoire (Traduction).*

Traduzione francese della precedente Memoria fatta dall'A. stesso.

64. Sulla causa della polarizzazione rotatoria magnetica. — *Nota preventiva.*

Cenno di esperienze destinate a nuova conferma di quanto era stato dimostrato nella Memoria n. 29.

65. Sulla calibrazione elettrica di un filo.

Questione di priorità.

66. Studi sulla polarizzazione rotatoria magnetica.

Lunghe e numerose ricerche sulla polarizzazione rotatoria principalmente con lamine trasparenti di ferro, che l'A. per la prima volta riescì ad ottenere. È dimostrato che la luce diviene a polarizzazione elittica pel suo passaggio attraverso il ferro magetizzato.

67. Ricerche sperimentali intorno alla riflessione della luce polarizzata sulla superficie equatoriale di una calamita.

Ricerche sperimentali e teoriche che vanno a completare quelle delle Memorie nn. 57 e 62.

68. Recherches expérimentales sur la lumière polarisée réfléchie par la surface équatoriale d'un aimant.

Traduzione della Memoria precedente.

Digitized by Google

1887

69. Sui fenomeni che si producono colla sovrapposizione di due reticoli, e sopra alcune loro applicazioni.

Sono studiate quelle striscie oscure di forme più e meno regolari, che si osservano quando sulla stessa visuale si sovrappongono due reti matalliche, o due stoffe a fili radi, o due cancellate ecc. Se ne dà la teoria completa, e si mette in rilievo la loro applicazione per la misura di piccoli spostamenti rettilinei o angolari.

70. Sulla conducibilità termica del bismuto nel campo magnetico. — *Nota.*

È dimostrata per la prima volta la grande variazione di conducibilità calorifica, che produce nel bismuto l'azione del magnetismo.

71. Rotazione delle linee isotermiche del bismuto posto in un campo magnetico.

È descritto un fenomeno calorifico analogo al fenomeno di Hall, prodotto nel bismuto dall'azione del magnetismo.

72. De l'influence du champ magnétique sur la conductibilité calorifique du bismuth.

Si tratta lo stesso soggetto del n. 70.

73. Sur la conductibilité calorifique du bismuth dans un champ magnétique.

Altre ricerche sul soggetto procedente.

74. Sulla forza elettromotrice delle coppie a liquido poco conduttore.

Nuove esperienze a completamento di quelle del n. 13.

75. Sulla conducibilità calorifica del bismuto posto in un campo magnetico. — *Memoria.*

Lavoro completo intorno alla variazione di conducibilità calorifica del bismuto prodotta dal campo magnetico.

1888

76. Di alcuni nuovi fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni. — *Nota.*

Esperienze relative all'azione delle radiazioni sull'elettricità di contatto, che conducono l'Autore alla costruzione delle *pile fotoelettriche.*

Digitized by Google

77. Idem. — *Nota II.*

Nuove esperienze sullo stesso soggetto.

78. Idem. — *Nota III.*

Altre esperienze sul soggetto medesimo.

79. Sur les phénomènes électriques produits par les rayons ultraviolets.

Medesimo soggetto come ai nn. 76, 77, 78.

80. Sulla forza elettromotrice del selenio.

È dimostrata una variazione del potenziale di contatto prodotta nel selenio per azione della luce, come pure analoghe variazioni per la forza elettromotrice di coppie voltaiche aventi il selenio al posto dell'elettrolita, prodotte dalla luce o dalla pressione.

81. Di alcuni nuovi fenomeni ecc. — *Nota IV.*

Altre ricerche in continuazione di quelle ai nn. 76, 77, 78, 79.

82. Sur quelques nouveaux phénomènes électriques produits par les radiations.

Medesimo soggetto come ai nn. 76 ecc.

83. Di alcuni nuovi fenomeni ecc. — *Nota V.*

Medesimo soggetto della nota precedente

84. Idem. — *Nota VI.*

Ancora il precedente soggetto di studio.

85. Sui fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni. — *Memoria.*

Memoria complessiva ove sono sviluppate le ricerche delle antecedenti note. Si dà la dimostrazione completa del moto lungo le linee di forza, che hanno le particelle elettrizzate (ioni), alle quali si deve la produzione dei fenomeni fotoelettrici. Contiene altresì la scoperta del prodursi di cariche positive nei corpi scarichi, conduttori o dielettrici, colpiti da radiazioni.

86. Nuove figure elettriche. — *Nota.*

Si tratta di figure, le quali appaiono alitando contro una lastra metallica speculare, che fu esposta all' azione di una punta elettrizzata. Se ne dà la spiegazione basata sulla azione del gas aderente al metallo.

87. Sulle coppie a selenio. — *Nota.*

Si dimostra che il selenio agisce come elettrolita in una coppia voltaica da esso formata con due metalli, anche quando sul selenio non ha mai agito la luce.

Digitized by Google

88. Alcune esperienze colla scarica di una grande batteria.

Esperienze da lezione con cui si ottengono lunghe e poderose scintille ed altri effetti imitanti quelli del fulmine.

1889

89. Ueber die elektromotorische Kraft des Selens.

Riassunto delle esperienze descritte al n. 80.

90. Sui fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni. — *II. Memoria.*

Nuove ricerche che conducono alla legge del nuovo fenomeno fotoelettrico, di cui al n. 85. È per la prima volta misurata la velocità delle particelle elettrizzate (ioni), al cui moto sono dovuti i fenomeni studiati.

91. Sulle cariche elettriche generate dalle radiazioni.

È dimostrata la legge del fenomeno.

92. Sulle misure delle forze elettromotrici di contatto dei metalli in vari gas, per mezzo delle radiazioni utraviolette. — *Nota.*

Applicazione del fenomeno foto-elettrico a questa misura, con un metodo che permette di mutare il gas ambiente.

93. Sopra un apparecchio stereoscopico.

L'A. riprende lo studio del suo polistereoscopio (vedi n. 9), e lo modifica in modo da potere con esso ottenere variazioni continue nel rilievo apparente di oggetti opportunamente scelti. È discussa la parte spettante ai diversi elementi psichici sulla percezione del rilievo.

94. Sui fenomeni elettrici provocati dalle radiazioni. — *III. Memoria.*

Con queste nuove ricerche sopra il soggetto già trattato (vedi nn. 85 e 90), l'Autore giunge a disposizioni sperimentali adatte alle dimostrazioni di scuola. Egli studia ancora i fenomeni fotoelettrici nei gas più o meno rarefatti.

95. Sulle forze elementari elettromagnetiche ed elettrodinamiche.

L'Autore, servendosi soltanto di considerazioni di simmetria, dimostra, che per l'azione elementare fra due elementi di corrente bisogna adottare la formola di Ampère, e per l'azione fra polo magnetico ed elemento di corrente bisogna adottare la formola di Laplace, ed ammettere che la forza sia applicata all'elemento di corrente.

Digitized by Google

1890

96. Sull'elettricità di contatto in diversi gas. — *Memoria.*

Esposizione completa delle esperienze accennate nella Nota n. 92. L'Autore trova che, quando il gas ambiente non altera chimicamente le superfici dei metalli, la differenza di potenziale di contatto è indipendente dalla natura del gas ambiente.

97. Sulla convezione elettrica.

È studiato il moto secondo le linee di forza delle particelle elettrizzate (ioni) emesse da corpi elettrizzati, e in particolare da fili metallici arroventati.

98. Sulle traiettorie percorse nella convezione fotoelettrica e su alcuni nuovi fenomeni elettrici nell'aria rarefatta.

Si studiano le traiettorie delle particelle elettrizzate (ioni) nei gas più o meno rarefatti, e si descrivono nuovi fenomeni di convezione elettrica.

99. Erwiderung auf die Bemerkungen des Hrn. Hallwachs.

Questione di priorità.

100. Sulla convezione fotoelettrica e su altri fenomeni elettrici nell'aria rarefatta. — *Memoria.*

È ripreso con maggior estensione lo studio sperimentale del n. 98.

101. Sur la convection photoélectrique etc.

Riassunto della Memoria precedente.

102. Sulle forze elementari elettromagnetiche ed elettrodinamiche. *II. Memoria.*

È la ricerca stessa del n. 95, con trattazione più generale, cioè senza supporre sin dal principio che le forze fra due elementi di corrente, o fra un elemento di corrente ed un polo magnetico, varino in ragione inversa del quadrato delle distanze.

1891

103. Sopra una specie di scintille elettriche nelle quali la luminosità si propaga gradatamente da un elettrodo all'altro.

Adoperando grandi capacità e fortissime resistenze liquide l'Autore ottiene delle scariche di nuovo aspetto,

Digitized by Google

aventi forma d'una luminosità, che si forma presso l'anodo, e poi si sposta lentamente verso il catodo, per sparire d'un tratto prima di raggiungerlo.

104. Sulle scintille costituite da masse luminose in moto. — *Nota.*

Altre ricerche sul precedente soggetto.

105. Ricerche sperimentali intorno a certe scintille elettriche costituite da masse luminose in moto.

Esposizione completa delle esperienze accennate nelle due precedenti pubblicazioni, e di altre nuove sul medesimo soggetto, corredata da fotografie di tal nuovo genere di scariche, le quali presentano caratteri simili a quelli attribuiti alle famose folgori globulari.

106. Recherches expérimentales sur certaines étincelles etc.

Traduzione francese della precedente Memoria.

1892

107. Sulla Teoria dello Stereoscopio.

Sono calcolate le formole che permettono di stabilire quali condizioni debbano essere soddisfatte, affinchè la visione di due imagini coniugate in uno stereoscopio dia l'esatta impressione dell'oggetto rappresentato nelle sue vere dimensioni e col giusto rilievo, risultato che raramente è raggiunto colle vedute stereoscopiche del commercio.

108. Di un nuovo apparecchio per l'interferenza delle onde sonore.

Apparecchio dimostrativo assai originale, nel quale il fenomeno dell'interferenza, nonchè quello dei battimenti, è reso visibile dalla sabbia, di cui è cosparsa una grande tela orizzontale, continuamente agitata in due dei suoi punti dalle branche di due *diapason* elettrici.

109. Sulla misura delle differenze di fase prodotte dalle lamine cristalline, e sulla costruzione delle lamine quarto d'onda e mezz'onda.

Metodo esattissimo di misura, che permette di scegliere lastrine birefrangenti di tale spessore, da produrre una differenza di fase determinata fra i due raggi trasmessi relativamente ad una data lunghezza d'onda.

Digitized by Google

110. Appendice alle ricerche sperimentali intorno a certe scintille elettriche costituite da masse luminose in moto.

Nuove ricerche a complemento di quelle ai nn. 103, 104, 105 e 106.

1893

111. Sulla distribuzione dei potenziali presso il catodo. — *Nota preventiva.*

È misurato il potenziale nell' aria fra gli elettrodi, e resa ragione di certe divergenze fra i risultati precedenti di altri fisici. Le numerose ricerche recenti di vari sperimentatori, che a quanto pare non conoscevano queste esperienze dell' Autore, hanno confermato i risultati da lui ottenuti.

112. Sulla distribuzione del potenziale nell' aria rarefatta percorsa dalla corrente elettrica.

Contiene le ricerche della precedente pubblicazione, completate ed ampliate.

113. Su alcune disposizioni sperimentali per la dimostrazione e lo studio delle ondulazioni elettriche di Hertz.

Sono per la prima volta descritti gli oscillatori dell' Autore, tanto adoperati poscia dai fisici, come pure i risonatori a vetro argentato.

114. Alcune esperienze con oscillazioni di Hertz di piccola lunghezza d' onda.

Esperienze cogli strumenti descritti nella precedente pubblicazione.

115. Quale sia il piano di polarizzazione per le oscillazioni Hertziane.

Esperienze sulla riflessione delle onde elettriche.

116. Sul piano di polarizzazione delle oscillazioni Hertziane.

Rettifica ai risultati della nota precedente.

Digitized by Google

1894

117. Apparecchio da lezione per la composizione delle oscillazioni pendolari.

Si disegnano colla caduta della sabbia sopra un cartone, e coll' aiuto di certe disposizioni elettriche, le curve di Lissajous dovute al comporsi delle oscillazioni di due pendoli, di uno dei quali si può modificare a volontà la lunghezza.

118. Di un nuovo elettrometro idrostatico assai sensibile.

Rassomiglia al voltmetro elettrostatico di Kelvin, ma mercè l' uso di due dischi metallici comunicanti col suolo si può accrescere, a parità di potenziale, la carica delle parti che si respingono, tanto da ottenersi una sensibilità paragonabile a quella dell' elettrometro a quadranti.

119. Sulla preparazione di lamine sottili di vetro presentanti gli anelli d' interferenza.

Artificio sperimentale che semplifica l' esecuzione d' una esperienza di F. Kohlransch.

120. Sulle oscillazioni elettriche a piccola lunghezza d' onda, e sulla loro riflessione metallica. — *Nota.*

Nuove esperienze sul soggetto trattato nelle Note nn. 115 e 116.

121. Sulle oscillazioni elettriche a piccola lunghezza d' onda, e sul loro impiego nella produzione di fenomeni analoghi ai principali fenomeni dell' Ottica. — *Memoria.*

Estesa Memoria sulla imitazione dei fenomeni dell'Ottica, mediante l' impiego di brevi onde elettromagnetiche. In particolare sono realizzati i fenomeni di diffrazione, di riflessione totale, di doppia rifrazione ecc. insieme alla dimostrazione e allo studio delle onde emesse dai risonatori rettilinei mentre sono in azione.

122. Sulle onde elettromagnetiche generate da due piccole oscillazioni elettriche ortogonali, oppure per mezzo d' una rotazione uniforme.

Studio analitico completo con indicazione della possibilità teorica delle onde elettromagnetiche mediante vibrazioni meccaniche di corpi elettrizzati.

Digitized by Google

1895

123. Sul modo nel quale si producono le lunghe scintille alla superficie dell' acqua. — *Nota.*

Apparecchio con cui l' Autore dimostra, che le scariche lungo la superficie dell' acqua sono della stessa natura delle scariche, così dette laterali.

124. Nuove esperienze sulle scintille elettriche costituite da masse luminose che si muovono lentamente.

Altre nuove esperienze sulle scariche rassomiglianti a folgori globulari.

125. Sull' allungamento di una scintilla prodotto dal moto degli elettrodi.

Curioso modo d' allungare una scintilla mediante il rapido allontanamento di un elettrodo dall' altro.

126. Sulla doppia rifrazione dei raggi elettrici. — *Nota.*

Rivendicazione di priorità di fronte al sig. Mack.

127. Ueber die Doppelbrechung der elektrischen Strahlen.

Traduzione della precedente Nota.

128. Intorno a recenti esperienze sulle oscillazioni elettriche. — *Nota.*

Esibisce alla R. Accademia di Bologna degli strumenti dovuti al signor Lebedew.

129. Sulla doppia rifrazione delle radiazioni elettriche, particolarmente nel gesso.

Studio dettagliato di questo fenomeno riscontrato per primo dall' Autore.

1896

130. Sulla produzione di fenomeni elettrici per mezzo dei raggi di Röntgen. — *Nota.*

L' Autore scopre l' azione dei nuovi raggi sui corpi elettrizzati. La stessa scoperta viene fatta simultaneamente da altri fisici.

131. Phénomènes électriques produits par les rayons de Röntgen. — *Nota.*

Esperienze sui fenomeni della precedente Nota.

Digitized by Google

132. Sulla dispersione dell' elettricità prodotta dai raggi di di Röntgen. — *Nota.*

Altre esperienze successive a quelle dei nn. 130, 131.

133. Sulla produzione delle ombre di Röntgen per mezzo della dispersione elettrica provocata dai raggi X. — *Nota.*

L' Autore ottiene col metodo delle polveri di Lichtemberg le ombre, sia delle ossa della mano, sia d' altri oggetti, simili a quelle ottenute con altri mezzi dal Röntgen.

134. Sulle direzioni di estinzione relative alle onde elettriche nei cristalli di gesso.

Studio ottico-cristallino relativo però alle onde hertziane.

135. Effects électriques des rayons de Röntgen. — *Nota.*

Esperienze che si collegano a quelle dei nn. 131, 132, 133.

136. Sull' influenza della pressione e natura del gas ambiente nella dispersione elettrica prodotta dai raggi di Röntgen.

Riscontra l' esistenza d' una pressione critica, analoga a quella che esiste nel caso dei fenomeni fotoelettrici.

137. Observations sur une communication de MM. Benoist et Hurmuzescu.

Breve polemica.

138. Nuovi studi sulla dispersione elettrica prodotta dai raggi di Röntgen.

È indicato il fenomeno, interpretato più tardi da J. J. Thomson, dello aumento di intensità della corrente fra due metalli, che si verifica aumentandone la distanza.

139. Observations à la réponse de MM. Benoist et Hurmuzescu.

Continuazione del n. 137.

140. Sul trasporto dell' elettricità secondo le linee di forza, prodotto dai raggi di Röntgen.

È dimostrato che anche coll' azione dei raggi X, come con quella dei raggi luminosi ed ultravioletti, si genera un moto di particelle elettrizzate (ioni) secondo le linee di forza elettrica.

141. Sui tubi produttori dei raggi X.

Descrizione di tubi, che danno i raggi X pur contenendo gas meno rarefatto del consueto.

Digitized by Google

142. Sur la convection suivant les lignes de force, produite par les rayons de Röntgen.

Riassunto della Nota n. 140.

143. Sulla propagazione dell' elettricità nei gas attraversati dai raggi di Röntgen. — *Memoria.*

Estesa Memoria, ove sono descritte dettagliatamente le esperienze già pubblicate, ed altre nuove sul medesimo argomento. Fra queste ultime si ha per esempio lo studio dell' influenza della temperatura, della pressione e natura del gas ecc.

1897

144. Sull' elissoide di polarizzazione relativo alle onde elettromagnetiche nella selenite, e sulla polarizzazione elittica di queste onde.

Nuovo contributo all' analogia fra fenomeni ottici e fenomeni dovuti alle onde elettriche.

145. Sull' assorbimento delle onde elettromagnetiche.

È studiata l' opacità parziale di vari corpi per le onde elettromagnetiche.

146. Sulle onde secondarie dei dielettrici.

Sono messe in evidenza e studiate, sia sperimentalmente che analiticamente, le onde generate da dielettrici, allorchè sono investiti dalle onde prodotte da un oscillatore.

147. Sugli indici di rifrazione principali del gesso per le onde elettromagnetiche.

Complementi allo studio n. 144.

148. L' Ottica delle oscillazioni elettriche. — *Bologna, ditta Zanichelli.* - Un Volume di VII-225 pag. con 38 figure.

Volume ove sono esposte tutte le ricerche compiute dall' Autore sulle onde elettriche.

149. Descrizione di una disposizione sperimentale assai semplice per la misura di spostamenti rettilinei piccolissimi.

Disposizioni assai delicate e suscettibili di grandissima sensibilità.

Digitized by Google

150. Sull'orientazione di un disco di selenite in un campo elettrico uniforme.

Esperienza che si riannoda a quelle dei nn. 144 e 147, relativa al diverso valore della costante dielettrica nelle varie direzioni.

151. Sulla non penetrazione delle onde elettriche nello spazio racchiuso da una lamina metallica.

Esperienza destinata a togliere di mezzo false asserzioni messe in campo a proposito della telegrafia senza filo.

152. L'Optique des oscillations électriques.

Riassunto dell'opera 148 fatto per gli *Archives des Sc. Phys.* di Ginevra.

153. Nuovo indicatore di onde elettriche.

Tubo a gas rarefatto, che s'illumina al sopraggiungere delle onde.

1898

154. Descrizione di un nuovo apparecchio per la composizione delle oscillazioni di due pendoli.

Al moto di due pendoli, uno dei quali può essere accorciato a piacere, che oscillano nello stesso piano, si compone un moto uniforme rettilineo di direzione perpendicolare a quella delle oscillazioni. Tale apparecchio permette di tracciare le note curve di oscillazione.

155. Sull'interpretazione cinematica del fenomeno di Zeeman.

Possibilità teorica di ottenere, mediante la rotazione di un corpo luminoso, un effetto uguale a quello prodotto dal campo magnetico.

156. Sulla sensibilità alle onde elettriche di certi tubi da scariche.

Studio sui tubi sensibili alle onde, in continuazione della Nota n. 154.

157. Di una nuova forma data alla esperienza di Lecher.

I due fili paralleli sono tesi sopra una lastra di vetro su cui venne incollata della polvere di zinco. Questa si illumina con minute scintille in corrispondenza ai vetri.

Digitized by Google

158. Di un nuovo metodo sperimentale per lo studio dell' assorbimento della luce nel campo magnetico.

Previsione d' un fenomeno, e verifica del medesimo, il quale consiste nel riapparire della luce emessa da un gas incandescente, posto fra due nicol incrociati sul cammino della luce bianca, quando sul gas agisce il campo magnetico. Con questo metodo l' A. previde l' esistenza del fenomeno di Zeeman nell' ipoazotide e in altri gas colorati.

159. Sur l' absorption de la lumière par un corps placé dans un champ magnétique.

Traduzione francese della precedente Nota.

160. Ueber die Absorption des Lichtes durch einen in einem Magnetfeld befindlichen Koerper.

Traduzione tedesca del n. 159.

161. Die Optik der elektrischen Schwingungen.

Traduzione tedesca del volume n. 148.

162. Di un nuovo metodo per lo studio dell' assorbimento della luce nel campo magnetico. — *II. Nota.*

Complementi al n. 159.

1899

163. Sur l' absorption de la lumière par un corps placé dans un champ magnétique. — *II. Nota.*

Traduzione della Nota prededente.

164. Ueber die Absorption des Lichtes durch einen in einem Magnetfeld befindlichen Koerper.

Traduzione tedesca della Nota n. 163.

165. Sopra un curioso fenomeno osservato facendo passare una corrente elettrica in un tubo a gas rarefatto.

L' intensità della corrente muta al variare dell' ordine nel quale si seguono nel circuito un tubo di scarica, una resistenza ecc.

166. Sul potere rotatorio del cloro.

È riconosciuta e studiata la polarizzazione rotatoria magnetica nel cloro.

Ist. di FISIOL. GEN.le R. UNIVERSITA' ROMA BIBLIOTECA

Digitized by Google

167. Intorno alla questione della produzione di un campo magnetico per opera di un raggio luminoso polarizzato circolarmente.

È smentita un' asserzione del signor Fitzgerald, secondo la quale si produrrebbe un campo magnetico per effetto d' un raggio luminoso polarizzato circolarmente.

168. Sull' assorbimento della luce per opera di un gas posto nel campo magnetico.

Sono studiati i fenomeni di polarizzazione rotatoria, che accompagnano quello di Zeeman per assorbimento, e che modificano i risultati esposti nelle Note nn. 158 e 162.

169. Volta e la Pila. Discorso letto in Como il 18 settembre 1899 inaugurandosi il primo Congresso Nazionale di elettricità.

Al discorso fa seguito una appendice sulle teorie della pila, e in particolare sulla teoria osmotica.

1900

170. Sul fenomeno di Zeeman nel caso generale d'un raggio luminoso comunque inclinato sulla direzione della forza magnetica.

È studiato questo fenomeno nella sua maggior generalità, e con opportuue esperienze si verifica la polarizzazione elittica delle componenti esterne della triplice riga.

171. Sur le phénomène de Zeeman dans le cas général d'un rayon incliné d'une manière quelconque sur la force magnétique.

Sunto in francese della Memoria precedente.

172. Ueber das Zeemansche Phänomen in dem allgemeinen Falle eines beliebig gegen die Richtung des magnetischen Kraft geneigten Lichtstrahles.

Traduzione tedesca della Memoria n. 170.

173. Les ondes hertziennes. — Rapport présenté au Congrès international de Physique de Paris, 1900.

Breve descrizione degli apparecchi generatori e rilevatori delle onde elettriche, e cenno sulle loro applicazioni.

Digitized by Google

174. Sur les ondes électromagnetiques d'un ion vibrant.

Studio analitico inserito nel volume pubblicato in occasione del giubileo del prof. Lorentz.

1901

175. Sui campi elettromagnetici, e in particolare su quelli creati da cariche elettriche o da poli magnetici in movimento.

Partendo dalle equazioni di Hertz si calcolano le forze elettrica e magnetica nel campo originato da cariche, poli, sistemi speciali di punti elettrizzati ecc. supposti animati da un moto rettilineo uniforme.

176. Sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica, e su altre analoghe questioni.

Discussione intorno alle esperienze dimostranti la produzione di forza magnetica per opera di cariche in moto, con indicazione di altri fenomeni analoghi, come la produzione di campo elettrico per opera di poli in movimento ecc., seguita da tentativi di verificazione sperimentale.

177. Ueber die Frage des durch die elektrische Konvection erzeugten Magnetfeldes ecc.

Traduzione tedesca della Memoria precedente.

1902

178. Ancora sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica.

Continuazione dell'argomento del n. 176.

179. Nochmals über die Frage des durch die elektrische Konvektion erzeugten Magnetfeldes.

Traduzione tedesca della Memoria precedente.

180. Sulla produzione di suoni per mezzo delle scariche nei tubi a gas rarefatto o nelle fiamme.

È realizzato un fenomeno analogo a quello di Duddell, ma con sostituzione di un tubo a vuoto o di una fiamma salata all'arco voltaico. I suoni musicali generati in tal guisa partono dal condensatore o da un telefono inserito nel circuito derivato.

Digitized by Google

181. Sui fenomeni acustici dei condensatori.

Memoria estesa sull'argomento della precedente Nota, in cui è dimostrato che con piccole autoinduzioni il fenomeno è differente da quello di Duddell, mentre per certi valori dell'autoinduzione si hanno curiosi effetti, come quello di produrre variazioni discontinue nell'altezza del suono, variando in moto continuo o la resistenza, o la capacità ecc.

1903

182. Sulla ionizzazione dell'aria prodotta da una punta elettrizzata.

Esperienze di misura ed esperienze colle polveri elettroscopiche. Fra queste ultime alcune porgono una fedele riproduzione dei raggi-canali, prodotta col moto di ioni nell'aria ordinaria.

183. Il moto dei ioni nelle scariche elettriche (nelle *Attualità Scientifiche „ della ditta Zanichelli*, p. II-66 con tre tavole e nove figure).

Conferenza sperimentale tenuta alla Associazione Elettrotecnica.

184. La telegrafia senza filo (collab. B. Dessau).

185. Ueber die Ionisierung der Luft durch eine elektrisirte Spitze.

Traduzione tedesca della Memoria n. 182.

186. Sulle cariche elettriche generate dai raggi X sui metalli nel vuoto.

È messo fuori di dubbio il fenomeno della carica positiva generata dai raggi di Röntgen nei corpi da essi colpiti.

187. On the influence of magnetic field on thermal conductivity.

Rivendicazione.

188. Die Telegraphie ohne Draht.

Traduzione tedesca del libro n. 184.

1904

189. Sul moto dei ioni nel campo elettrico.

Sunto di altri lavori anteriori, inserito nel libro pubblicato in onore del prof. Boltzmann.

Digitized by Google

190. La moderna teoria dei fenomeni fisici (nelle " *Attualità Scientifiche* „ *della ditta Zanichelli*).

Esposizione della teoria degli elettroni.

191. Idem, *seconda edizione con numerose aggiunte;* p. V, 165.

Seconda edizione del libro precedente.

192. Il radio (nelle " *Attualità Scientifiche* „ *della ditta Zanichelli;* pag. 68, con 13 figure e 3 tavole).

Conferenza alla Associazione Elettrotecnica.

193. Sulla radioattività dei metalli usuali.

L'autore adopera anidride carbonica frequentemente rinnovata nello apparecchio di misura, onde avere un gas con costanti proprietà. Riconosce in certi metalli una lieve radioattività.

194. Esperienze dimostrative sulla radioattività.

Apparecchi dimostrativi, ed elettrometri di straordinaria sensibilità adatti per la radioattività. Con uno di questi si ha uno spostamento di due millimetri al secondo per opera di 15 milligrammi di radio lontani quattro metri dall'istrumento.

195. Di alcuni fenomeni osservati nell'aria ionizzata da corpi radioattivi.

È descritto un nuovo elettrometro, col quale le misure si fanno contando le battute d'una foglia oscillante. Si dimostra la necessità di tener conto della direzione del moto dei raggi ionizzatori rispetto ai corpi elettrizzati.

196. Modern theory of physical phenomen. — *Traduzione inglese sulla seconda edizione italiana.*

Traduzione inglese del libro n. 190.

1905

197. Die moderne Theorie der physicalischen Erscheinungen. — *Traduzione tedesca sulla seconda edizione italiana.*

Traduzione tedesca del libro n. 190.

198. Il moto dei ioni nelle scariche elettriche. — *Seconda edizione ampliata.*

Seconda edizione del libro n. 183.

Digitized by Google

199. Sull' elettrizzazione prodotta dai raggi del radio.

La carica è negativa se il numero di elettroni presi da un corpo dai raggi β, che lo traversano, è maggiore del numero di quelli che costituiscono i raggi β secondari. Si verifica il fatto anche pei dielettrici.

200. Sulle cariche elettriche acquistate dai corpi colpiti dai raggi del radio.

Memoria sull' argomento della Nota precedente. È dimostrato che l' emissione di raggi secondari cresce insieme al peso atomico.

201. Sulla diminuzione di resistenza prodotta nei cattivi conduttori dai raggi del radio.

È dimostrato l' aumento di conducibilità elettrica nei liquidi per effetto dei raggi β del radio.

202. L'augmentation de conducibilité des diélectriques sous l' action des rayons du radium.

Traduzione francese della Memoria precedente, fatta pel Congresso di Liegi 1905.

203. L' électrisations des corps exposés aux rayons du radium.

Traduzione francese della Memoria n. 200, fatta pel Congresso di Liegi 1905.

204. Die Erhöhung der Leitfähigkeit der Dielektrika unter der Einwirkung von Radiumstrahlen.

Traduzione tedesca della Memoria n. 201.

205. La telegrafia senza filo. — *Seconda edizione.*

Edizione nuova molto ampliata del libro n. 184.

206. Il moto dei ioni nelle scariche elettriche. — *Seconda edizione ampliata.*

Vedi al n. 183.

207. Die Elektrisierung von Radiumstrahlen ausgesetzten Körpern.

Traduzione tedesca della Memoria n. 200.

1906

208. Ueber des Erhöhung der Leitfähigkeit fester Dielektrika unter der Einwirkung von Radiumstrahlen.

Vedi al n. 204.

Digitized by Google

209. La théorie moderne des phénomènes physiques.

Traduzione francese del libro n. 190.

210. Sulla massa elettromagnetica dell' elettrone.

È calcolata la massa apparente pel caso del moto rettilineo ed uniforme, sia attribuendo all' elettrone la forma sferica, sia ricorrendo ad altra ipotesi più verosimile.

211. Di alcune non recenti esperienze considerate dal punto di vista della teoria elettronica.

Lavoro critico per mostrare le relazioni fra antiche ricerche dell' autore e le teorie moderne.

212. Sur quelques expériences connues considérées au point de vue de la théorie des électrons.

Traduzione francese della precedente Memoria.

213. Su alcuni casi apparentemente paradossali di trasmissione dell' elettricità attraverso un gas.

Si tratta di quei casi, trovati dall' Autore, in cui sembra facilitarsi la scarica allontanando gli elettrodi uno dall' altro. Se ne dà ragione colla teoria degli elettroni.

1907

214. La moderna teoria dei fenomeni fisici. — *Terza edizione considerevolmente ampliata.*

Fra le altre aggiunte si ha quella d' un capitolo dedicato alle trasformazioni atomiche, contenente quanto era noto su tale argomento alla data della pubblicazione.

215. Les transformations atomiques des corps radioactifs.

Sunto francese del nuovo capitolo del libro precedente.

216. Die Telegraphie ohne Draht. — *Seconda edizione tedesca sulla seconda edizione italiana.*

Veggasi al n. 188.

217. Sulla deviazione elettrostatica dei raggi catodici nel tubo di Braun.

Con varie disposizioni sperimentali si ottiene la deviazione anche senza cariche estranee. Di più la deviazione è in certi casi lenta a formarsi o sparire, oscillante anzichè permanente ecc.

Digitized by Google

218. Sulla deviazione dei ioni generanti le scintille, dovuta ad un campo elettrico trasversale.

Esperienze dimostranti l'esistenza della convezione elettrica che prepara la scintilla.

219. Die Bewegung der Jonen bei der elektrischen Entladung.

Traduzione tedesca del libro al n. 183.

In preparazione:

220. Die moderne Theorie der physicalischen Erscheinungen.

Nuova edizione tedesca dell'opera n. 190, fatta sulla terza edizione italiana, n. 214.

R. UNIVE
IST. di FISIOL. GEN.le
ROMA

Digitized by Google

FINITO DI STAMPARE

IL DÌ VIII NOVEMBRE MCMVII

NELLO STABILIMENTO POLIGRAFICO EMILIANO

IN BOLOGNA

Digitized by Google

Digitized by Google